



**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS,
PRODUTIVIDADE E NUTRIÇÃO DO FEIJÃO-
CAUPI EM FUNÇÃO DE DOSES DE
FÓSFORO EM ÉPOCAS DE SEMEADURA**

UBIRATAN OLIVEIRA SOUZA

2016

UBIRATAN OLIVEIRA SOUZA

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, PRODUTIVIDADE E
NUTRIÇÃO DO FEIJÃO-CAUPI EM FUNÇÃO DE DOSES DE
FÓSFORO EM ÉPOCAS DE SEMEADURA**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Vitória da Conquista, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia.

Orientador:
Prof. Dr. Rogério Peres Soratto

Coorientador:
Prof. Dr. Otoniel Magalhães Morais

VITÓRIA DA CONQUISTA

BAHIA – BRASIL

S719c Souza, Ubiratan Oliveira.
Características agrônômicas, produtividade e nutrição do feijão-caupi em função de doses de fósforo em épocas de semeadura./
Ubiratan Oliveira Souza, 2016.
90f.: il.; algumas col.
Orientador (a): Dr. Rogério Peres Soratto.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia. Vitória da Conquista, 2016.
Inclui referências. 82 a 90
1. *Vigna Unguiculata*. 2. Adubação fosfatada – Produtividade de grãos. 3. Feijão caupi – Época de cultivo – Nutrição mineral I.
Soratto, Rogério Peres. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. T.

CDD: 635.6592

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Área de Concentração em Fitotecnia

Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

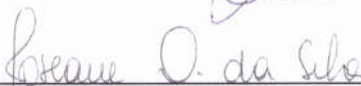
Título: “CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, PRODUTIVIDADE E NUTRIÇÃO DO FEIJÃO-CAUPI EM FUNÇÃO DE DOSES DE FÓSFORO EM ÉPOCAS DE SEMEADURA”

Autor: Ubiratan Oliveira Souza

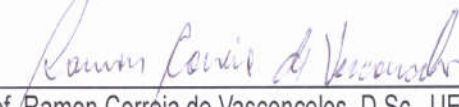
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:



Prof. Rogério Peres Soratto, D.Sc., UNESP-Botucatu
Presidente



Prof. Joseane Oliyeira da Silva, D.Sc., IFBA-Vitória da Conquista



Prof. Ramon Correia de Vasconcelos, D.Sc., UESB



Prof. Aleksandro dos Santos Brito, D.Sc., IF Baiano-Guanambi



Adriana Dias Cardoso, D.Sc., PNP/CAPES

Data de realização: 31 de agosto de 2016

Estrada do Bem Querer, Km 4 - Caixa Postal 95 - Telefone: (77) 3424-8731 - Fax:
(77) 3424-1059 - Vitória da Conquista - BA - CEP: 45083-900
e-mail: mestrado.agronomia@uesb.br

DEDICO:

A Deus, pelo amor e proteção.
À minha mãe Claudionora N. O. Passos, pelo amor incondicional, por fazer dos meus sonhos os seus objetivos e por me ensinar valores e princípios.
À minha amada irmã Ana Cláudia O. S. Santos, pelo carinho sem igual e por me dar sobrinhos (Leticia Santana e Davi Santana) que alegam meu coração.

OFEREÇO:

À minha eterna esposa Reijane Sampaio Souza, pelo amor, companheirismo, dedicação e compreensão nos momentos em que estive ausente.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fazer forte nos momentos de fraqueza, pela paz nos momentos de angústia e por me fazer perseverar.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pela oportunidade em participar do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Doutorado em Fitotecnia).

Ao Instituto Federal Baiano, *Campus* Bom Jesus da Lapa, pela concessão do afastamento para realizar o doutorado.

À UNESP, pelo apoio prestado nas avaliações laboratoriais.

Ao meu Orientador Rogério Peres Soratto, por se fazer sempre presente, pela orientação acadêmica e pelas lições de vida.

Ao meu Coorientador Otoniel Magalhães Morais, pelo aprendizado, apoio e acolhimento.

Aos demais Professores do programa, pelo conhecimento compartilhado.

Aos membros da banca examinadora, por terem aceito o nosso convite.

Aos demais funcionários da UESB, em especial aos servidores de campo, pela contribuição nos experimentos.

Aos colegas do curso, pelos momentos compartilhados.

Aos meus familiares, pelo apoio, incentivo e por me fortalecerem na busca dos meus ideais.

Ao amigo Leandro Gonçalves, por compartilhar mais essa jornada, pela amizade e pelo apoio irrestrito.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Tecnologia de Sementes, em especial a Renan Nunes, Arlete Bandeira e Everardes Públio, pela amizade construída e pelo apoio nas atividades diárias.

Aos colegas do Instituto Federal Baiano – Campos Bom Jesus da Lapa, especialmente aos amigos Márcio Alves, Jefferson de Sá e Elisa Freitag, pelo apoio e palavras de sabedoria.

Aos demais colegas do Instituto Federal Baiano, pelo apoio e motivação, em especial a Leandro Peixoto, pela contribuição com as análises.

Aos demais amigos pela torcida e incentivo necessário para chegar até aqui.

RESUMO

SOUZA, U. O. **Características agronômicas, produtividade e nutrição do feijão-caupi em função de doses de fósforo em épocas de semeadura.** Vitória da Conquista: UESB, 2016. 90p. (Tese de Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)¹.

O Brasil se destaca como um dos grandes produtores de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* L. (Walp.)], principalmente nas regiões Norte e Nordeste. Apesar de adaptar-se facilmente a variadas condições ambientais e apresentar alta rusticidade, essa cultura responde muito bem a ambientes com disponibilidade de água, luz, temperatura e nutrientes em níveis ideais. Objetivando avaliar o desempenho produtivo de cultivares de feijão-caupi em função de épocas de semeadura e doses de fósforo (P) foi conduzido um experimento no campo experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia UESB, em um Latossolo Amarelo distrófico típico. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas cultivares (BRS Guariba e BRS Xiquexique), quatro doses de P (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e, cinco épocas de semeadura (1^a - 15 de outubro, 2^a - 01 de novembro, 3^a - 15 de novembro, 4^a - 01 de dezembro e 5^a - 15 de dezembro). Os cultivos foram desenvolvidos em condição de sequeiro, com irrigação suplementar apenas até a expansão da primeira folha trifoliolada. Maiores teores de N, P, K nas folhas de ambas as cultivares de feijão-caupi foram observados nas épocas de semeadura que proporcionaram menor crescimento das plantas, ou seja, 15 de outubro e 15 de dezembro. As plantas de feijão-caupi cresceram mais e apresentaram maior área foliar quando semeadas entre o início e meados de novembro. O número de vagem por planta e de grãos por vagem foram maiores com a aplicação de P no solo e semeadura em meados do mês de novembro. A produtividade de grãos das cultivares BRS Guariba e BRS Xiquexique foram maiores com a adição de P no solo e semeadura em meados do mês de novembro. A cultivar BRS Xiquexique respondeu a maiores doses de P. A adubação fosfatada não alterou o teor de proteína nos grãos do feijão-caupi.

Palavras-Chave: *Vigna unguiculata*, época de cultivo, adubação fosfatada, nutrição mineral, produtividade de grãos.

¹Orientador: Rogério Peres Soratto, D.Sc., UNESP e Coorientador: Otoniel Magalhães Morais, D.Sc., UESB.

ABSTRACT

SOUZA, U. O. **Agronomic characteristics, productivity, and nutrition of cowpea as affected by phosphorus rates in sowing dates.** Vitória da Conquista: UESB, 2016. 90p. (Thesis – Doctoral degree in Agronomy, Concentration Area in Plant Science)¹.

Brazil stands out as one of the major producers of cowpea [*Vigna unguiculata* L. (Walp.)], mainly in the North and Northeast regions. Although easily adapt to different environmental conditions and have high rusticity, the cowpea crop responds well to environments with availability of water, light, temperature, and nutrients at optimal levels. Aiming to evaluate the performance of cowpea cultivars as affected by sowing dates and phosphorus (P) rates, it was performed an experiment in the experimental field of the State University of Southwest Bahia - UESB, on a Yellow Oxisol. The experimental design was a randomized block, in a factorial 2 x 4 x 5, with four replications. The treatments consisted of two cultivars (BRS Guariba and BRS Xiquexique), four P rates (0, 60, 120, and 180 kg ha⁻¹ P₂O₅), and five sowing dates (first - October 15; second - November 1, third - November 15, fourth - December 01, and fifth - December 15). Cultures were developed under rainfed conditions, with supplemental irrigation only until the expansion of the first trifoliolate leaf. Higher concentrations of N, P, and K in the leaves of both cowpea cultivars were observed in sowing dates that provided lower plant growth, i.e., October 15 and December 15. The cowpea plants grew more and had greater leaf area when sown in early to mid-November. The number of pods per plant and grains per pod were higher with the application of P in the soil and sowing in mid-November. The grain yield of the cultivars BRS Guariba and BRS Xiquexique were higher with the addition of P in the soil and sowing in mid-November. The BRS Xiquexique responded to higher P rates. Phosphorus fertilization did not alter the protein concentration in grains of cowpea.

Keywords: *Vigna unguiculata*, growth time, phosphorus fertilization, mineral nutrition, grain yield.

¹Advisor: Rogério Peres Soratto, D.Sc., UNESP and Co-advisor: Otoniel Magalhães Moraes, D.Sc., UESB.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características teor de nitrogênio (N) na folha, teor de fósforo (P) na folha, teor de potássio (K) na folha, altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), altura de inserção da primeira vagem (AIVG), área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), número de vagens por planta (NVG), comprimento da vagem (CVG), número de grãos por vagem (NGV), massa da vagem (MVG), massa de grãos (MG), massa de 100 grãos (M100G), relação grão/vagem (G/VG), produtividade de grãos (PROD) e teor de proteína nos grãos (PROT) de cultivares de feijão-caupi, semeadas em diferentes épocas com doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016. 37
- Tabela 2 - Teores de N, P e K nas folhas de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e cultivares. Vitória da Conquista – BA, 2016. 39
- Tabela 3 - Altura da planta de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016. 44
- Tabela 4 - Diâmetro do caule de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e cultivares. Vitória da Conquista – BA, 2016. 47
- Tabela 5 – Altura de inserção da primeira vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016. 49

Tabela 6 - Área foliar de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.	52
Tabela 7 - Índice de área foliar de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.	55
Tabela 8 - Número de vagens por planta de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.	59
Tabela 9 - Comprimento de vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e cultivares. Vitória da Conquista – BA, 2016.	61
Tabela 10 - Número de grãos por vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.	62
Tabela 11 - Massa de vagens de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.	65
Tabela 12 - Massa de grãos por vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.	67
Figura 13 - Massa de 100 grãos de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.	70

Tabela 14 - Percentagem de massa de grãos na vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016. 73

Tabela 15 - Produtividade de grãos de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016. 76

Tabela 16 - Teor de proteína nos grãos de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e cultivares. Vitória da Conquista – BA, 2016. 79

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Médias mensais de temperatura mínima, média e máxima no período de outubro de 2013 a março de 2014. Adaptado do Inmet. Vitória da Conquista – BA. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. 31
- Figura 2 - Médias mensais de precipitação e umidade relativa do ar no período de outubro de 2013 a março de 2014. Adaptado do Inmet. Vitória da Conquista – BA. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. 31
- Figura 3 - Estimativa do teor de N na folha de cultivares de feijão-caupi em função da 1ª época de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro. Vitória da Conquista – BA, 2016. 40
- Figura 4 - Estimativa do teor de P na folha de cultivares de feijão-caupi em função da 2ª época de semeadura e doses de fósforo. Época 2: 01 de novembro. Vitória da Conquista – BA, 2016. 42
- Figura 5 - Altura da planta de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 3: 15 de novembro. Vitória da Conquista – BA, 2016. 46
- Figura 6 - Altura de inserção da primeira vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 3: 15 de novembro. Vitória da Conquista – BA, 2016. 50
- Figura 7 - Área foliar de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2:

01 de novembro; Época 3: 15 de novembro; Época 4: 01 de dezembro;
Época 5: 15 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016. 53

Figura 8 - Índice de área foliar de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2: 01 de novembro; Época 3: 15 de novembro; Época 4: 01 de dezembro; Época 5: 15 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016. 57

Figura 9 - Número de vagem por planta da cultivar de feijão-caupi BRS Xiquexique em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2: 01 de novembro; Época 3: 15 de novembro. Vitória da Conquista – BA, 2016. 60

Figura 10 - Número de grãos por vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 2: 01 de novembro; Época 4: 01 de dezembro; Época 5: 15 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016. 63

Figura 11 - Massa de vagens de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2: 01 de novembro; Época 3: 15 de novembro; Época 4: 01 de dezembro; Época 5: 15 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016. ... 66

Figura 12 - Massa de grãos por vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2: 01 de novembro; Época 3: 15 de novembro; Época 4: 01 de dezembro; Época 5: 15 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016. 69

Figura 13 - Massa de 100 grãos de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2: 01 de novembro; Época 3: 15 de novembro; Época 4: 01 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016. 72

Figura 14 - Percentagem de massa de grãos na vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2: 01 de novembro; Época 3: 15 de novembro; Época 4: 01 de dezembro; Época 5: 15 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016. 75

Figura 15 - Produtividade de grãos de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2: 01 de novembro; Época 3: 15 de novembro; Época 4: 01 de dezembro; Época 5: 15 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016. 78

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

N	Nitrogênio (g kg^{-1})
P	Fósforo
K	Potássio (g kg^{-1})
AP	Altura de plantas (cm)
DC	Diâmetro do caule (mm)
AIVG	Altura de inserção da primeira vagem (cm)
AF	Área foliar (dm^2)
IAF	Índice de área foliar
NVG	Número de vagens por planta
CVG	Comprimento de vagem (cm)
NGV	Número de grãos por vagem
MVG	Massa de vagem (g)
MG	Massa de Grãos (g)
M100G	Massa de 100 grãos (g)
G/VG	Porcentagem de massa de grãos na vagem (%)
PROD	Produtividade de grãos (kg ha^{-1})
PROT	Teor de proteínas nos grãos (%)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO	19
2.1. A cultura do feijão-caupi	19
2.2. Época de semeadura	21
2.3. Adubação fosfatada	24
2.4. Cultivares	27
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1. Localização, clima e solo da área experimental	30
3.2. Delineamento experimental	31
3.3. Instalação e condução do experimento	32
3.4. Características avaliadas	33
3.5. Análise estatística	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1. Análise de variância	36
4.2. Avaliação Nutricional	38
4.3. Características vegetativas	43
4.4. Componentes de produção	58
5. CONCLUSÕES	81
6. REFERÊNCIAS	82

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] é uma planta *Eudicotyledonea* pertencente à família *Fabaceae*, tradicionalmente cultivada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, onde apresenta diversidade de nomes vulgares, podendo ser reconhecido como feijão-fradinho, feijão-de-corda, feijão-catador, feijão-verde ou feijão-macaçar, na região Nordeste; feijão-da-praia, feijão-da-colônia ou feijão-de-estrada, na região Norte.

Sua maior disseminação pela região Nordeste está associada à adaptação do feijão-caupi às condições de clima e solo peculiares a esta região. O cultivo do feijão-caupi apresenta grande importância socioeconômica para o Nordeste, por constituir uma das principais alternativas de renda e alimento para agricultura familiar, representando uma das mais importantes fontes de proteínas da dieta alimentar para a população de baixa renda.

A comercialização do feijão pode ser feita por meio de grãos verdes, grãos secos ou em conservas e vem ganhando a preferência do consumidor, devido a sua qualidade nutricional superior, apresentando aminoácidos essenciais, proteínas, carboidrato, vitaminas, minerais, fibras dietéticas, além de baixo valor calórico.

Atualmente, essa cultura também vem despertando interesse de grandes agricultores da região Centro-Oeste do Brasil, que mesmo não possuindo histórico cultural no cultivo de feijão-caupi, tem investido na produção desta cultura, empregando elevado nível tecnológico, que permite alcançar produtividades acima da média nacional.

Apesar de ser reconhecida como uma planta rústica, capaz de desenvolver-se em condições adversas, o feijão-caupi tem apresentado respostas satisfatórias à adoção de tecnologias. Por isso, identificar cultivares adaptadas as condições locais e compreender o desempenho desta planta quando cultivada sob a influência exercida pelas características ambientais predominantes em épocas de semeadura distintas no Planalto de

Vitória da Conquista, tais como, disponibilidade de água no solo, umidade relativa do ar, temperatura, entre outros, aliadas à aplicação do nutriente fósforo ao solo, torna-se indispensável para o desenvolvimento da cultura.

A indisponibilidade de P na solução do solo, mesmo sendo um nutriente pouco extraído pela cultura, pode reduzir drasticamente a produtividade de grãos. Assim, a semeadura em época mais favorável e a adubação fosfatada compreendem importantes ferramentas de produção, visto que podem contribuir para se obter maior produtividade da cultura do feijão-caupi.

O município de Vitória da Conquista está situado em uma região que ocupa importante posição no estado da Bahia em área colhida e produção de feijão-caupi; no entanto, ainda apresenta produtividade 40% menor comparado com a média estadual, o que denota a necessidade de investimentos em diferentes sistemas de manejo e tecnologias que possam contribuir para maiores produtividades da cultura.

Devido à importância social, econômica e ambiental apresentada pelo feijão-caupi, um número considerável de pesquisadores vem concentrando esforços na busca por melhores condições de produção para a cultura, resultando em diversos trabalhos científicos que têm cooperado para o desenvolvimento da cultura do feijão-caupi.

Por considerar que na região do Planalto de Vitória da Conquista existem inúmeras questões voltadas à cultura que dependem de investigações e, com base na hipótese científica de que materiais genéticos da espécie respondem de forma expressiva as variações ambientais e a nutrição mineral, objetivou-se com esta pesquisa identificar a cultivar que tem melhor desempenho produtivo na época de semeadura mais adequada com a dose de fósforo ideal.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do feijão-caupi

O feijão-caupi é uma *Eudicotyledonea*, pertencente à ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, tribo *Phaseoleae*, subtribo *Phaseolinae*, gênero *Vigna*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp., sendo que, à subespécie *unguiculata* pertence todo o feijão-caupi cultivado (FREIRE FILHO e outros, 2005).

Esta cultura apresenta ampla distribuição mundial encontrada principalmente nas regiões tropicais, cujas características edafoclimáticas assemelham-se às do seu provável centro de origem no continente africano (FREIRE FILHO, 1988).

O feijão-caupi, cultivado no Brasil desde a chegada dos portugueses, ainda é uma espécie pouco conhecida em algumas regiões do país em relação ao seu potencial econômico e sua importância social (FREIRE FILHO e outros, 2005). Mesmo diante deste contexto, o Brasil ocupa posição de destaque entre os maiores produtores mundiais de feijão-caupi.

Conforme levantamentos realizados por Freire Filho e outros (2011b), a produção nacional de feijão-caupi representa 15,5 % da produção nacional de feijão, desta forma, a produção de feijão-caupi alcançada na safra 2014/15 foi de 468.751 Mg de acordo com informações da Conab (2016).

Estimativas realizadas pela Conab – Companhia Nacional de Abastecimento para a safra 2015/2016 preveem produção de 460,7 mil Mg, informação bastante relevante, visto que, nas estatísticas de produção a nível global, o Brasil não integra a lista dos produtores de feijão-caupi, devido à falta de registros individuais da produção desta cultura, sendo feijão-caupi contabilizada em conjunto com a produção nacional de feijão comum (CONAB, 2016b).

Considerando que haverá informações oficiais sobre a produção brasileira de feijão-caupi, o Brasil passará a ocupar a quarta posição na produção mundial de feijão-caupi, sendo superado apenas pela Nigéria (2.137.900 Mg), Níger (1.586.446 Mg) e Burkina Faso (571.310 Mg) (FAOSTAT, 2016).

Segundo Andrade Junior e outros (2003), o feijão-caupi apresenta grande importância socioeconômica e desempenha papel fundamental na produção agrícola, além de ser uma das principais fontes proteicas da alimentação humana em áreas pobres, em especial na zona rural e na região do semiárido do Brasil, para a população de baixa renda. Nessas regiões, o feijão-caupi representa importante papel na geração de emprego e renda, além de compor a dieta de pelo menos 27,5 milhões de pessoas (FREIRE FILHO e outros, 2000).

Historicamente, a produção do feijão-caupi se concentrava na região Nordeste e Norte (EMBRAPA, 2016); no entanto, há alguns anos vem se expandindo dos ecossistemas de caatinga e transição caatinga-cerrado para as áreas de cerrados das regiões Norte e Nordeste do Brasil e, nos últimos anos para os cerrados da região Centro-Oeste (FREIRE FILHO e outros, 2009). Além disso, a cada ano a estrutura tradicional de produção e o mercado restrito vêm se modificando, tornando-se hoje cultivado também por médios e grandes produtores, com maior adoção de tecnologia, expandindo-se para novos mercados e setores, por apresentar melhor padrão na produção, o que tem possibilitado o início do processamento industrial (SOARES e outros, 2006; FREIRE FILHO e outros, 2011b).

Alguns países possuem a cadeia produtiva do feijão-caupi bem estruturada, como é o caso do Peru, que tem uma estrutura de exportação muito bem organizada e, os Estados Unidos da América, que possui uma agroindústria de processamento com estrutura que atende o mercado interno e externo (BENVINDO, 2007).

No mercado brasileiro, o feijão-caupi é explorado especialmente em três seguimentos produtivos: grãos secos e sementes (mercados interno e

externo), grãos verdes, que atendem à demanda interna (FREIRE FILHO e outros, 2005).

Por constituir excelente fonte de proteínas (24% em média), apresentar elevado perfil de aminoácidos, carboidratos (62% em média), vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura (2 % em média) e não conter colesterol (QUIN, 1997; ANDRADE JUNIOR e outros, 2003), os grãos de feijão-caupi vêm ganhando a preferência dos consumidores, o que está despertando o interesse por parte de produtores, indústria e pesquisadores.

De modo geral, dentre os principais fatores que contribuem para a baixa produtividade das lavouras de feijão-caupi, Freitas (2006) destacou a situação econômica do produtor, uso de sementes não melhoradas geneticamente, ausência de preparo e correção do solo e falta de manejo adequado para a cultura.

Apesar do feijão-caupi apresentar características que conferem tolerância para condições de deficiência hídrica, estresse salino e temperatura elevada, é notório que a cultura responde com maior produtividade em condições ideais de disponibilidade de água, nutrição e temperatura (FREITAS, 2006).

2.2 Época de semeadura

A época de semeadura é definida por um conjunto de fatores ambientais que ao interagirem com a planta, afetam suas características agronômicas e promovem variações na produtividade.

Os elementos climáticos que mais afetam o desenvolvimento do feijão-caupi são a temperatura e precipitação pluvial, porém, também são determinantes para o seu desenvolvimento a radiação solar, fotoperíodo e vento (FREIRE FILHO e outros, 2005). Lima Filho e outros (2013) e Dallacort e outros (2006) destacaram que a época de semeadura é decisiva para obtenção de melhores índices de desempenho agrônômico e, que

modelos de simulação podem contribuir para identificar as épocas mais apropriadas ao desenvolvimento das culturas.

Campos e outros (2011), utilizando modelos de simulação para a cultura do feijão-caupi, com o auxílio do software *Decision Support System for Agrotechnology Transfer* (DSSAT), verificou que em cenários onde há registros de aquecimento, o ciclo fenológico e a produtividade podem ser drasticamente afetados pela temperatura, como consequência da menor disponibilidade hídrica para a cultura.

A importância de estabelecer o detalhamento das etapas do ciclo fenológico do feijão-caupi está na possibilidade de relacionar o estágio de desenvolvimento da planta, com as condições climáticas ao longo das estações, de forma que sejam aplicadas práticas de manejo adequadas para cada fase. Por essa razão, Campos e outros (2000) estabeleceram uma escala fenológica para o feijão-caupi, que mais tarde foi adaptado por Marinho e outros (2014), conforme a seguinte descrição:

- V0 - Completa emergência dos cotilédones;
- V1 - 1º nó com folhas unifolioladas abertas;
- V2 - 2º nó do ramo principal com um par de folhas trifolioladas;
- V3 - 3º nó do ramo principal com folíolos completamente abertos;
- V4 - 4º nó do ramo principal com folíolos completamente abertos;
- V5 - 5º nó do ramo principal com folíolos completamente abertos;
- V6 - 6º nó do ramo principal com folíolos completamente abertos e surgimento do primórdio do ramo secundário;
- R1 - Surgimento dos primórdios florais (prefloração);
- R2 - Surgimento da 1ª flor aberta (floração);
- R3 - Surgimento da 1ª vagem (pré-frutificação);
- R4 - Início do enchimento dos grãos (frutificação);
- R5 - Vagens com grãos desenvolvidos;
- R6 - Modificação da cor das vagens (maturidade fisiológica).

A época de semeadura ideal para o desenvolvimento adequado é aquela que permite satisfazer as exigências das plantas durante o seu ciclo

vegetativo, reduzindo a susceptibilidade ao aparecimento de doenças e assegurando produtividade satisfatória (COSTA e outros, 2000). De acordo com Porto e outros (2007), as culturas apresentam variações de desempenho em função da cultivar, região e época de semeadura, em virtude da interação entre genótipo e ambiente. Dessa maneira, maiores produtividades são alcançadas quando se atinge melhor relação entre o desenvolvimento das fases fenológicas da cultura, com as condições ambientais, variáveis com o tempo e governadas pelo clima que favoreçam a melhor expressão dos genótipos.

Pereira Júnior (2012) destacou que dentre os fatores ambientais, a precipitação irregular é um dos principais responsáveis pela baixa produtividade do feijão-caupi na região do semiárido. Em trabalho desenvolvido por Almeida (2014), foi constatado que as condições ambientais das diferentes épocas de semeadura influenciaram o desenvolvimento agrônomo e a qualidade tecnológica dos grãos de feijão-caupi, promovendo alterações no número de vagens por planta, grãos por vagem e produtividade de grãos.

Estudos sobre épocas de semeadura realizados com feijão-caupi na região central do Estado de São Paulo, permitiram Matoso (2014) concluir que, a semeadura em épocas desfavoráveis ao desenvolvimento fenológico da cultura pode promover atraso do florescimento e prolongamento do ciclo. No entanto, quando efetuada em ocasião oportuna verificou-se produtividade acima da média nacional, mesmo no cultivo de safrinha (outono-inverno).

Assim, estudos quanto à época de semeadura, podem ser de grande importância para a análise de estabilidade e adaptabilidade de cultivares, por permitirem identificar épocas em que genótipos tenham baixa ou pouca sensibilidade as variações ambientais, repercutindo em pouca flutuação em sua produtividade, o que evita o cultivo de materiais fora das épocas recomendadas (MORAIS e outros, 2003).

Embora a cultura do feijão-caupi apresente vasto acervo de trabalhos científicos que tratam das condições edafoclimáticas necessárias para se

obter elevada produtividade, existem proporcionalmente poucos estudos sobre o desenvolvimento da cultura sob condições ambientais peculiares à região do Planalto de Vitória da Conquista onde foi desenvolvido este experimento.

2.3 Adubação fosfatada

O fósforo (P) é um elemento químico presente nos solos, que na fase sólida pode ser encontrado nas formas mineral e orgânica e, na fase líquida, na solução do solo, está predominante na forma de ortofosfato como os íons H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} . Na natureza, o P mineral é encontrado principalmente na forma de fosfatos naturais, representado principalmente pela apatita (ARAÚJO e MACHADO, 2006). O P orgânico do solo é constituído pelos fosfatos remanescentes dos resíduos orgânicos em decomposição (CAMARGO e outros, 2008), que pode representar de 20 a 80 % do P total no solo, dependendo das características do tipo de solo. A biomassa microbiana tem grande participação na disponibilização do P devido à sua alta taxa de reciclagem que ocorre muito mais rápida, comparada com a taxa em que a matéria orgânica vegetal é reciclada (SIQUEIRA e outros, 2004).

Dentre os nutrientes requeridos pelas plantas para completarem seu ciclo, o P é um dos que mais limitam a produtividade das lavouras brasileiras, devido à deficiência que ocorre na maioria dos solos no território nacional. De acordo com Raij (2004) e Malavolta (2006), os Latossolos formados nas regiões tropicais apresentam baixos teores de matéria orgânica e elevada capacidade de adsorção ou fixação de P, em função principalmente dos elevados teores de óxidos de Fe e Al em sua composição mineralógica, da condição de acidez do solo (baixo pH) ou da elevação dos teores de Ca no solo.

O P presente no solo desloca-se, principalmente, pelo mecanismo de difusão até chegar à superfície das raízes, no entanto, uma série de fatores pode contribuir para limitar esse processo, dentre os quais se podem citar: a

fixação inorgânica que é dependente de pH, a imobilização por parte da microbiota, a fisiologia do sistema radicular, o conteúdo volumétrico de água no solo, a interação P-colóide do solo, a distância a percorrer até as raízes, o teor do elemento, a temperatura do solo, além da forma química na qual o P se encontra (HORST e outros, 2001; ARAÚJO e MACHADO, 2006; COSTA e outros, 2006)

Grant e outros (2001) estimaram que o P do solo se move por difusão em média 1-2 mm, sendo assim, somente o P que está a essa distância das raízes está disponível para ser absorvido, desta forma, a densidade de raízes é determinante na absorção de P pelas plantas, estabelecendo correlação positiva entre o incremento da área superficial da massa radicular e a habilidade da planta em acessar e absorver o P do solo. Conforme o P é absorvido ocorre redução da concentração de P na superfície das raízes gerando gradiente de concentração que torna necessária à sua reposição (GRANT e outros, 2001; HINSINGER, 2001).

A importância do P para os vegetais está relacionada à sua participação ativa em diversos processos metabólicos, constituindo estruturas moleculares de ácidos nucleicos, fosfolípidios, adenosina trifosfato, dentre outros, constituindo-se como elemento chave de vias metabólicas e reações bioquímicas.

Na planta, a deficiência de P se manifesta inicialmente por meio de uma coloração verde escura, que pode avançar para pontos ou raias arroxeadas, resultado da formação de antocianinas pelo acúmulo de açúcares que não foram convertidos a amido e celulose, esses sintomas, geralmente, são observados nas hastes e folhas mais velhas, devido à alta mobilidade do elemento nos tecidos vegetais (TROEH e THOMPSON, 2007; TAIZ e ZEIGER, 2009).

De acordo com Filgueira (2000), o nutriente P manifesta sua essencialidade por ser indispensável no processo da fotossíntese, atuar na divisão celular e participar do desenvolvimento do sistema radicular,

especialmente em condições de deficiência de P, além de contribuir para elevar a produtividade e qualidade dos produtos colhidos.

A carência de P promove menor crescimento da planta, redução da área foliar e no número de folhas, atraso do florescimento e alongando o ciclo das culturas, além da senescência precoce das folhas mais velhas (MALAVOLTA e outros, 1997; FURLANI, 2004; TAIZ e ZEIGER, 2009).

Apesar do P ser extraído pelo feijão-caupi em quantidades bem menores do que outros macronutrientes, trabalhos de pesquisas demonstraram que tem sido expressiva as respostas à adubação fosfatada nos diversos tipos de solo em que a espécie é cultivada (FREIRE FILHO e outros, 2005; SILVA e outros, 2010).

Fatores como a restrição hídrica e nutricional são comumente verificados em lavouras na região semiárida; no entanto, pequenas mudanças no manejo da cultura como, por exemplo, o uso de fertilizantes, pode cooperar para elevar a produtividade nesta região.

De acordo com Freire Filho e outros (2005), a exigência do feijão-caupi em solos com baixo nível de fósforo é de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, porém muitos resultados de pesquisas vêm apontando respostas a doses superiores a esta. Oliveira e outros (2011) observaram que há respostas positivas da produção da massa de 100 grãos em função de doses de P, além de identificarem que o número de grãos por vagem e o comprimento da vagem também foram influenciados pela aplicação de P.

Considerando a baixa disponibilidade de P nos solos brasileiros, a prática de adubação assume papel relevante para o estabelecimento e manutenção da lavoura (CECATO e outros, 2008; TIRITAN e outros, 2010). Trabalhando com a cultura do feijão-caupi, Silva e outros (2010) constataram que a aplicação do fertilizante fosfatado em sulco duplo promoveu maior crescimento, produção de grãos e absorção de P pelas plantas, sendo a dose de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ a que proporcionou maior produtividade de grãos.

Zucareli e outros (2010) constataram que a restrição de P para as plantas de feijão comum reduziu a taxa de crescimento relativo no início do desenvolvimento e alongou o ciclo fenológico, porém, pode haver incremento linear na matéria seca e na área foliar, caso seja elevada a disponibilidade de P no solo. O mesmo pode ser inferido para o feijão-caupi.

Trabalhando com adubação fosfatada e densidades de planta na cultura do feijão-caupi em solo de tabuleiro costeiro, Cardoso e outros (2006) não verificaram resposta à densidade de plantas de feijão-caupi, mas alcançaram efeito quadrático para doses de P estudadas, atingindo produtividade máxima de 2.512 kg ha⁻¹, com aplicação de 65,4 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Em solos do cerrado, Oliveira e outros (2011) encontraram como dose de máxima eficiência econômica 89,45 kg ha⁻¹ de P₂O₅, obtendo produtividade de grãos de 1.306 kg ha⁻¹ na cultura do feijão-caupi.

Devido à amplitude de respostas da cultura do feijão-caupi à adubação fosfatada, pesquisadores têm voltado suas atenções para a definição das necessidades de adubação fosfatada do feijão-caupi, nas diversas regiões em que ele tem sido cultivado, buscando estabelecer as doses ótimas do nutriente para cada tipo de solo (FREIRE FILHO e outros, 2005).

2.4 Cultivares

Por conta da introdução do feijão-caupi no Brasil em aproximadamente 1550, as cultivares resultantes das primeiras introduções têm em torno de 466 anos de cultivo. Ao longo desses anos ocorreram diversos eventos naturais ao acaso que contribuíram para diversidade genética que o feijão-caupi apresenta hoje, assim como, seleção humana com base na predileção de características superiores (FREIRE FILHO, 2011c).

Desde a introdução dos primeiros materiais genéticos no Brasil que o melhoramento genético do feijão-caupi teve início, semelhante ao que ainda ocorre nos dias atuais em algumas localidades, produtores selecionavam

materiais mais produtivos, que apresentavam características que lhes agradavam. Somente depois de quatro séculos de seleção chegou-se às cultivares atuais (BENVINDO, 2007).

A preservação e identificação de características de interesse agrônomo nas populações locais têm contribuído sobremaneira na obtenção de materiais genéticos melhorados que visam atender às demandas de um mercado em expansão. O uso de cultivares mais produtivas representa a possibilidade de se obter, em áreas menores, um mesmo volume de produção. Consequentemente significa redução da jornada de trabalho e menor perda de insumos, que representa grande avanço nas medidas de preservação dos recursos naturais, melhoria na qualidade de vida do produtor e melhor rentabilidade (BENVINDO, 2007).

Por possuir grande diversidade genética, as cultivares de feijão-caupi apresentam características morfológicas e fisiológicas intrínsecas a cada material que podem se manifestar de maneira diversificada em função das condições edafoclimáticas locais. Neste sentido, é importante avaliar e validar novas cultivares no ambiente de cultivo, considerando o manejo, o sistema de produção adotado e as condições locais, de forma a identificar o material genético melhor adaptado (SANTOS e outros, 2009).

Linhares (2007) constatou diferenças entre os materiais genéticos de feijão-caupi em função da fertilidade do solo, nos diferentes períodos de avaliação, para as variáveis massa seca, massa seca de grãos, número de vagens por planta e número de grãos por vagem.

No entanto, baixas produtividades podem ser observadas ao utilizarem-se as mesmas cultivares em anos sucessivos, por ocorrer degeneração genética quando não se usa semente certificada a cada cultivo e, portanto, diminuição na capacidade produtiva desses materiais, tornando necessária a realização de novos estudos, buscando identificar novas opções de cultivares (SANTOS, 2009).

A expansão do feijão-caupi para áreas de grande produção tem gerado uma demanda por cultivares que apresentam alto potencial de rendimento,

resistência a pragas e doenças e qualidade de grãos para atender às necessidades desses sistemas produtivos (BEZERRA, 2008). Diante da demanda, os principais desafios para o melhoramento genético é assegurar características nas novas cultivares que garantam adaptação ao cultivo mecanizado e superação dos níveis de produtividade (FREIRE FILHO e outros, 2005).

Avaliando estimativas de parâmetros genéticos, Andrade e outros (2010) constataram que para o melhoramento de feijão fresco, a seleção de genótipos de feijão-caupi de alta produtividade e precoces é mais fácil do que a seleção de genótipos de alta produtividade e tardios. Rocha e outros (2007), ao avaliar a adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos concluíram que a cultivar BRS Guariba e as linhagens EVX-92-49 e TE97-321G-4 são instáveis, mas apresentam interações positivas com as condições dos 16 ambientes da região Nordeste, onde foram testadas, sendo recomendadas para ambientes mais tecnificados. Ao avaliar as cultivares BRS Guariba e BRS Marataoã inoculadas com *Bradyrhizobium elkanii*, no estado do Piauí, Gualter e outros (2007) observaram que a cultivar BRS Guariba foi superior obtendo produtividade de grãos acima da média nacional.

Contudo, ainda são escassas as informações sobre o desempenho de cultivares modernas de feijão-caupi em diferentes épocas de semeadura e disponibilidade de P no solo, nas condições da região do Planalto de Vitória da Conquista.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização, clima e solo da área experimental

O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* de Vitória da Conquista, em área localizada a 14°53'18" de latitude Sul, 40°47'53" de longitude Oeste, com altitude de 855 m, conforme dados obtidos com auxílio de GPS, precipitação anual média de 717 mm, com maior ocorrência entre os meses de outubro a março e, clima tropical de altitude (Cwa), de acordo com Köppen, durante o período de outubro de 2013 a março de 2014.

A topografia do terreno apresentava declividade homogênea e suave, fato que justificou a disposição perpendicular das linhas de semeadura em relação à direção do declive. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico típico e, conforme análise química e granulométrica (0-20 cm) apresentou as seguintes características: 20 g dm⁻³ de matéria orgânica, pH (H₂O) de 5,7; 15 mg dm⁻³ de P (Mehlich); 0,36; 2,1; 0,9 e 2,2 cmol_c dm⁻³ de K, Ca, Mg e H+Al, respectivamente; 60 % de saturação por bases; com 750 g kg⁻¹ de areia, 190 g kg⁻¹ de argila e 60 g kg⁻¹ de silte.

Os dados de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar mensais referentes ao período de condução do experimento encontram-se nas Figuras 1 e 2. No período do experimento foi registrada temperatura média de 21 °C, precipitação total de 483 mm e umidade relativa do ar média de 77 %.

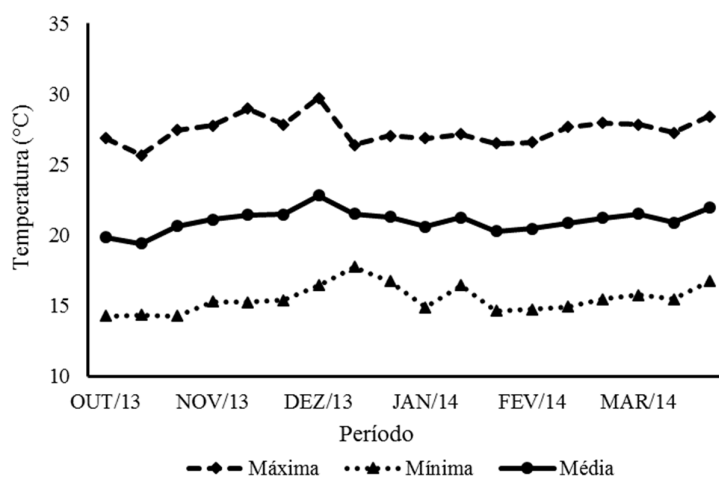


Figura 1 – Médias mensais de temperatura mínima, média e máxima no período de outubro de 2013 a março de 2014. Adaptado do Inmet. Vitória da Conquista – BA. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

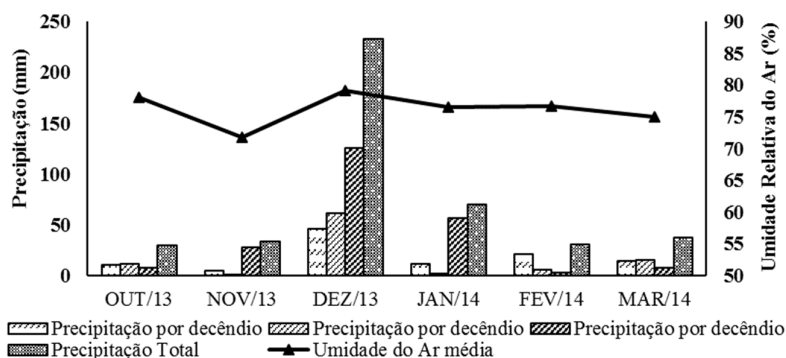


Figura 2 – Médias mensais de precipitação e umidade relativa do ar no período de outubro de 2013 a março de 2014. Adaptado do Inmet. Vitória da Conquista – BA. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas cultivares (BRS Guariba, que apresenta porte semiereto com ciclo vegetativo de 65-70 dias e tegumento de cor branca, e

BRS Xiquexique, que possui porte semiprostrado, com ciclo vegetativo de 65-75 e tegumento de cor branca); quatro doses de P (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅), na forma de superfosfato triplo aplicado no sulco de semeadura e cinco épocas de semeadura (1^a - 15 de outubro/2013, 2^a - 01 de novembro/2013, 3^a - 15 de novembro/2013, 4^a - 01 de dezembro/2013 e 5^a - 15 de dezembro/2013), totalizando 40 tratamentos.

Em virtude da diferença entre as arquiteturas das cultivares trabalhadas, as unidades experimentais apresentaram dimensões diferentes para atender a população de cada cultivar. Portanto, as parcelas experimentais ocuparam área de: 12,5 m² (2,5 x 5,0 m), com área útil de 6 m² por unidade, com 0,5 m de espaçamento entre fileiras e densidade de 10 plantas por metro linear para a cultivar BRS Guariba e 15 m² (3,0 x 5,0 m), com área útil de 7,2 m² por unidade, com 0,6 m de espaçamento entre fileiras e densidade de 8 plantas por metro linear para a cultivar BRS Xiquexique.

3.3 Instalação e condução do experimento.

O preparo do solo foi feito por meio de uma aração e uma gradagem, seguido pela demarcação das unidades experimentais. Conforme os dados da análise química do solo, não foi necessário realizar a correção da acidez. A adubação potássica foi realizada aplicando 20 kg ha⁻¹ conforme recomendação de FREIRE FILHO e outros (2005), na forma de cloreto de potássio, juntamente com as doses de P. Após adubação, procedeu-se a semeadura a uma profundidade de 3 cm, depositando duas sementes espaçadas conforme densidade preconizada para cada cultivar.

O cultivo foi desenvolvido em condições de sequeiro havendo irrigação suplementar somente no desenvolvimento inicial das plantas até a expansão da primeira folha trifoliolada e estabelecimento do estande de plantas. Entre 15 e 20 dias após a semeadura realizou-se o desbaste deixando

10 e 8 plantas por metro de fileira, totalizando 120 e 96 plantas úteis por parcela das cultivares BRS Guariba e BRS Xiquexique, respectivamente.

A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada entre 15 e 20 dias após a emergência, aplicando-se 20 kg ha⁻¹ de N, na forma de sulfato de amônio, conforme recomendação de FREIRE FILHO e outros (2005).

O controle das plantas daninhas foi realizado sempre que necessário por meio de capina manual até que o desenvolvimento vegetativo promovesse o fechamento das entrelinhas da cultura.

Durante a condução do experimento não foram registradas ocorrências de pragas e doenças que representassem dano econômico e justificassem seu controle.

3.4 Características avaliadas

a) Área foliar (AF) - no florescimento pleno, foi coletada a parte aérea de quatro plantas por unidade experimental, as quais foram fracionadas em seus componentes (folhas e hastes), para aferir a área foliar, utilizando um medidor de área foliar, modelo LI 3100, fabricado pela LI-COR.

b) Índice de área foliar (IAF) - foi determinado a partir dos valores de área foliar e da área ocupada pela planta, de acordo com Benincasa (2003), utilizando a fórmula: $IAF = \frac{\text{área foliar total}}{\text{área de solo}^{-1}}$.

c) Teores de N, P e K - também por ocorrência do florescimento pleno, foi coletada a folha diagnóstica (terceira folha madura a partir do ápice) de oito plantas por unidade experimental. O material foi acondicionado em sacos de papel, devidamente identificados, e levado para secagem em estufa com circulação de ar forçado à temperatura de 65 °C por 72 h. Posteriormente, as folhas foram trituradas em moinho tipo Willey e submetidas à análise para determinação dos teores dos nutrientes N, P e K, onde o N foi determinado pelo método Kjeldahl com extração do N total por meio de digestão sulfúrica e, P e K por digestão com ácido nítrico-perclórico e

determinados no extrato (P-colorimetria; K - espectrometria de absorção atômica), de acordo com MALAVOLTA et al. (1997).

As coletas finais do experimento ocorreram entre 87 e 99 dias após semeadura, quando identificado que a maior parte das vagens encontrava-se secas. Foram colhidas dez plantas na área útil de cada unidade experimental, em área com a densidade populacional preservada, nas quais foram avaliadas as seguintes características:

d) Altura de planta – foi aferida pela distância entre o colo da planta e a extremidade apical do ramo principal, medida em centímetros utilizando uma régua de precisão milimétrica;

e) Diâmetro do caule – foi determinado medindo-se o diâmetro na altura do colo da planta, utilizando paquímetro com precisão milimétrica;

f) Altura da inserção da primeira vagem – foi obtida pela distância entre o colo da planta e o ponto de inserção da vagem;

g) Número de vagens por planta – foi quantificado por meio da contagem do número total de vagem com pelo menos um grão;

h) Número de grãos por vagem – foi obtido mediante a contagem do número total de grãos encontrados em uma vagem;

i) Comprimento médio da vagem – foi determinado medindo-se do ponto de inserção da vagem à sua extremidade, medido em centímetros utilizando uma régua de precisão milimétrica;

j) Massa de vagem – foi aferida pela pesagem individual das vagens, utilizando balança de precisão centesimal.

l) Massa de grãos/vagem – foi quantificada pela pesagem dos grãos encontrados em uma vagem, utilizando balança de precisão centesimal;

m) Relação grão/vagem – foi determinado pelo valor obtido da divisão da massa de grãos, pela massa de vagem, utilizando balança de precisão centesimal;

N) Massa de 100 grãos – foi aferida pela pesagem de 100 grãos por unidade experimental, utilizando balança de precisão centesimal, e a umidade dos grãos foi corrigida para 13 % (base úmida);

o) Produtividade de grãos - foi determinada considerando a produção de grãos das dez plantas. A umidade dos grãos foi corrigida para 13 % (base úmida).

p) Teor de proteínas - das amostras de cada unidade experimental foram separados 50 g de grãos que foram desidratados em estufa com circulação de ar forçado à temperatura de 65 °C por 72 h e moídos para a quantificação do teor de nitrogênio (N), pelo método de Kjeldahl (MALAVOLTA e outros, 1997). O teor de proteína bruta foi determinado mediante a multiplicação do teor de N pelo índice 6,25 (AOAC, 1990).

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, bem como foram submetidos à análise de variância utilizando o Programa e Ambiente Estatístico (R CORE TEAM, 2015), com pacote 'ExpDes' (FERREIRA e outros, 2015) e a função 'fat3.ad.crd'. As médias de cultivares e épocas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, enquanto os efeitos das doses de P foram avaliados por meio de análise de Regressão Polinomial, adotando-se como critério para escolha do modelo a magnitude dos coeficientes de regressão significativos a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de variância

A análise dos dados experimentais indica que as variáveis estudadas foram influenciadas significativamente pelos tratamentos empregados, sendo que para a altura de planta (AP), altura de inserção da vagem (AIVG), área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), número de vagens por planta (NVG), número de grãos por vagem (NGV), massa da vagem (MVG), massa de grãos (MG), massa de 100 grãos (M100G), relação grão/vagem (G/VG) e produtividade de grãos (PROD), foi observada significância na interação cultivar x época x doses de P. As variáveis teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas folhas apresentaram efeito significativo para a interação época x cultivar e dose x época para as variáveis N e P. As variáveis comprimento da vagem (CVG), diâmetro do caule (DC) e teor de proteína nos grãos (PROT) apresentaram efeito significativo apenas para a interação cultivar x época (Tabela 1).

O efeito significativo encontrado para o uso de diferentes cultivares, verificado na Tabela 1 pode ser explicado por se tratar de genótipos distintos que apresentam características morfológicas específicas que ao interagirem com as condições ambientais impostas pelas diferentes épocas de semeadura e doses de P apresentaram desempenhos diferentes em função das especificidades apresentadas por cada cultivar. Porém, para escolher uma entre as duas cultivares não se recomenda considerar especificamente sua superioridade, deve-se levar em consideração também o nível tecnológico que será adotado. Por essas razões, cabe identificar as interações mais eficientes para cada cultivar trabalhada, ou seja, como cada cultivar se desempenha nas diferentes épocas de semeadura e sob diferentes doses de P no sulco de semeadura.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características teor de nitrogênio (N) na folha, teor de fósforo (P) na folha, teor de potássio (K) na folha, altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), altura de inserção da primeira vagem (AIVG), área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), número de vagens por planta (NVG), comprimento da vagem (CVG), número de grãos por vagem (NGV), massa da vagem (MVG), massa de grãos (MG), massa de 100 grãos (M100G), relação grão/vagem (G/VG), produtividade de grãos (PROD) e teor de proteína nos grãos (PROT) de cultivares de feijão-caupi, semeadas em diferentes épocas com doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Fonte de variação	Valor de F								
	Teor de N	Teor de P	Teor de K	AP	DC	AIVG	AF	IAF	NVG
Dose (D)	2,5 ^{ns}	0,4 ^{ns}	1,5 ^{ns}	8,2**	0,6 ^{ns}	7,8**	234,1**	216,7**	21,6**
Época (E)	63,2**	48,2**	99,2**	171,3**	38,8**	144,7**	118,9**	133,8**	232,2**
Cultivar (C)	37,1**	18,3**	1,9 ^{ns}	12,2**	251,6**	0,0003 ^{ns}	301,4**	25,9**	382,6**
D x E	2,2*	1,9*	0,7 ^{ns}	1,6 ^{ns}	1,2 ^{ns}	1,7 ^{ns}	5,3**	3,2**	3,3**
D x C	0,4 ^{ns}	4,6 ^{ns}	0,5 ^{ns}	1,4 ^{ns}	1,9 ^{ns}	3,8**	8,6**	0,4 ^{ns}	3,8**
E x C	7,9**	19,4**	4,3**	127,8**	37,6**	35,1**	23,9**	30,6**	66,2**
D x E x C	1,8 ^{ns}	1,4 ^{ns}	1,6 ^{ns}	2,8**	0,8 ^{ns}	4,1**	4,1**	4,7**	3,5**
CV (%)	7,4	13,1	11,0	11,0	9,8	8,6	10,5	10,9	7,8

	Valor de F							
	CVG	NGV	MVG	MG	M100G	G/VG	PROD	PROT
Dose (D)	3,6*	35,3**	52,6**	63,5**	25,4**	21,4**	748,6**	1,4 ^{ns}
Época (E)	93,4**	52,5**	29,7**	29,5**	6,3**	24,4**	2130,9**	12,1**
Cultivar (C)	447,6**	5609,8**	163,3**	148,5**	893,7**	13,6**	15,9**	32,2**
D x E	0,2 ^{ns}	2,1**	2,7**	4,0**	3,1**	4,0**	8,9**	1,5 ^{ns}
D x C	1,2 ^{ns}	0,7 ^{ns}	1,7 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,4 ^{ns}	7,9**	1,0 ^{ns}
E x C	22,2**	15,5**	15,3**	14,5**	2,3**	21,6**	118,2**	5,9**
D x E x C	1,2 ^{ns}	3,4**	2,3**	2,5**	5,2**	9,2**	12,2**	0,9 ^{ns}
CV (%)	3,0	3,8	6,6	6,7	6,5	2,8	3,1	5,2

^{ns} Não significativo. * e ** Significativo a 5 % e 1 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

4.2 Avaliação nutricional

O estudo da interação épocas x cultivar demonstrou efeito significativo para os teores de N, P e K nas folhas de feijão-caupi (Tabela 1). Para o teor do elemento N nas folhas, os valores obtidos estão acima da faixa considerada adequada para a cultura (18 a 22 g kg⁻¹) (Tabela 2), conforme Malavolta e outros (1997). Valores semelhantes ao encontrado neste trabalho foram obtidos por Fonseca e outros (2010), ao avaliarem o estado nutricional de plantas de feijão-caupi em função de doses de P e da saturação por bases.

Dentre as épocas de semeadura avaliadas, a 3^a época (15 de novembro) proporcionou menor teor de N nas folhas para cultivar BRS Guariba, enquanto para a cultivar BRS Xiquexique a 3^a e 4^a épocas (15 de novembro e 01 de dezembro, respectivamente) apresentaram menores teores de N nas folhas, comparados com a 1^a e 2^a época de semeadura (15 de outubro e 01 de novembro, respectivamente), conforme apresentado na Tabela 2.

Estas variações podem estar relacionadas ao fato do N ser um elemento bastante móvel no solo, o que facilita as perdas por lixiviação e reduz a sua disponibilidade na solução do solo. Esta pode ter sido a causa destas plantas apresentarem menor teor de N, pois as folhas indicadoras foram coletadas para proceder à análise química ao iniciar o florescimento das cultivares, período que coincidiu com o momento onde se registrou o maior volume de chuva durante a condução do experimento.

Outro fator que pode estar associado é o volume de massa de nódulos das raízes, pois as diferentes épocas de semeadura podem ter influenciado a quantidade e a atividade das bactérias fixadoras de N, que apresentam relação direta com o seu teor nas folhas. Resultados obtidos por Nosoline (2012) ao avaliar a produção de massa de nódulos em feijão-caupi, indicam que a massa de nódulos secos é afetada pelas condições ambientais impostas pelas épocas de cultivo.

As cultivares apresentaram diferenças significativas entre si, quanto ao teor de N nas folhas, sendo que a cultivar BRS Xiquexique apresentou médias superiores à BRS Guariba na 2^a (01 de novembro), 3^a (15 de novembro) e 4^a (01 de dezembro) épocas (Tabela 2). Esta observação pode estar relacionada com as diferenças anatômicas existentes entre as cultivares, como por exemplo, o tamanho e o volume de raízes que por questões genéticas são maiores nas plantas da cultivar BRS Xiquexique, o que pode configurar vantagens na absorção de N, tanto da solução do solo como o obtido pela fixação biológica.

Tabela 2 - Teores de N, P e K nas folhas de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e cultivares. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Época	Cultivar		Média
	BRS Guariba	BRS Xiquexique	
	g kg ⁻¹		
	Teor de N		
15 out.	40,39 aA	40,07 aA	40,23
01 nov.	34,43 bB	39,00 aA	36,71
15 nov.	28,18 cB	33,28 cA	30,73
01 dez.	31,92 bB	35,74 bcA	33,83
15 dez.	38,49 aA	38,23 abA	38,36
Média	34,68	37,26	
	Teor de P		
15 out.	2,78 aA	2,29 aB	2,53
01 nov.	1,99 bA	2,17 aA	2,08
15 nov.	1,39 cB	1,92 bA	1,65
01 dez.	1,59 cB	2,13 abA	1,86
15 dez.	2,04 bA	2,19 aA	2,11
Média	1,95	2,14	
	Teor de K		
15 out.	71,22 bA	75,82 aA	73,52
01 nov.	56,42 cA	59,14 bA	57,78
15 nov.	47,21 dA	50,37 cA	48,79
01 dez.	54,74 cB	60,16 bA	57,45
15 dez.	82,76 aA	74,77 aB	78,76
Média	62,47	65,45	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Na Figura 3 encontram-se os teores de N obtidos com as plantas da 1ª época. Foi verificado efeito significativo com ajuste linear, alcançando teor máximo de 42 g kg⁻¹ de N nas folhas com a aplicação de 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅. De acordo com Araújo e Machado (2006), o fornecimento de P para as plantas pode contribuir para maior absorção de N, visto que, a disponibilidade de P contribui para a absorção do nitrato (NO₃⁻), além de favorecer a translocação do nitrato para a parte aérea da planta. Desta forma, pode-se inferir que as doses de P estudadas neste trabalho contribuíram para elevar em 10 % o teor de N nos tecidos foliares, incrementando 0,22 g kg⁻¹ de N a cada 10 kg de P acrescentado. Nas demais épocas de semeadura a adubação fosfatada não teve efeito nos teores de N nas folhas da cultura.

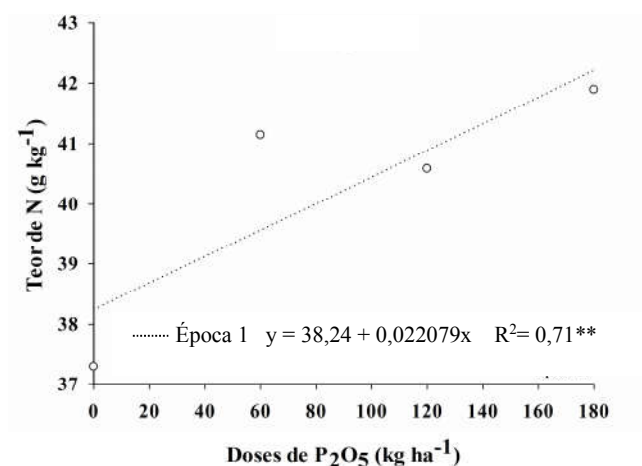


Figura 3 – Estimativa do teor de N na folha de cultivares de feijão-caupi em função da 1ª época de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro. Vitória da Conquista – BA, 2016.

A cultivar BRS Guariba registrou maior teor de P nas folhas no cultivo iniciado em 15 de outubro, ainda foi observado para a cultivar BRS Xiquexique, que as plantas semeadas em 15 de novembro registraram menores teores de P nas folhas, quando comparadas com as épocas de semeadura procedidas em 15 de outubro, 01 de novembro e 15 de dezembro (Tabela 2). Os valores de P verificados nas folhas de feijão-caupi das duas

cultivares trabalhadas estão acima do que é preconizado por Malavolta e outros (1997), como adequado para a cultura (1,2-1,5 g kg⁻¹). Os teores obtidos podem ter relação com a quantidade do nutriente pré-existente no solo, aliada as doses que foram aplicadas durante o experimento.

Na interação dose de P x época de semeadura, apenas na 2^a época de semeadura houve efeito significativo das doses de P, com ajuste para equação de regressão linear, sendo que a interação contribuiu para elevar em 13 % o teor de P nas folhas de feijão-caupi, incrementando em 0,015g kg⁻¹ de P para cada 10 kg de P₂O₅ aplicados (Figura 4). O aumento do teor de P no tecido das plantas pode estar relacionado ao aumento do fluxo difusivo do P no solo por haver maior disponibilidade do elemento devido aplicação das doses de P que, possivelmente, contribuíram para maior disponibilidade do nutriente na solução do solo e, conseqüentemente, absorção pelas plantas. Costa e outros (2006) constataram que o aumento das doses do elemento elevou o fluxo difusivo do P no solo, o que possivelmente está relacionado com a saturação progressiva da superfície de adsorção, resultando no aumento da concentração de P na solução do solo.

Estudos com diferentes doses de P têm revelado eficiência da adubação fosfatada para elevar o teor de nutrientes na planta, em especial o teor de P nos diferentes tecidos vegetais como folhas, raízes e grãos de feijão-caupi, sobretudo em solos com elevado percentual da fração areia (PARRY e outros, 2008; FONSECA e outros, 2010; SILVA e outros, 2010; TORQUATO e outros, 2011).

Resultados obtidos por Kikuti e outros (2006) apontaram que mesmo com o uso de elevadas doses de P, na cultura do feijão comum, houve pouca variação nos teores dos macronutrientes nas folhas e pecíolos, sendo insuficientes para discriminar diferenças significativas, resultados também encontrados por Rodrigues (2001). No entanto, seus resultados podem ter desviado da real condição, devido ao uso de todas as folhas da parte aérea para determinar os teores nutricionais.

Estudos de Souza e outros (2011) revelaram que o uso de folhas indicadoras para avaliação do teor nutricional de plantas do feijoeiro apresenta correlações significativas e positivas entre o teor foliar com o teor na planta, acúmulo e variáveis de produção do feijoeiro, apontando a folha +3 como a que apresentou coeficientes de correlação mais estreitos para estas variáveis.

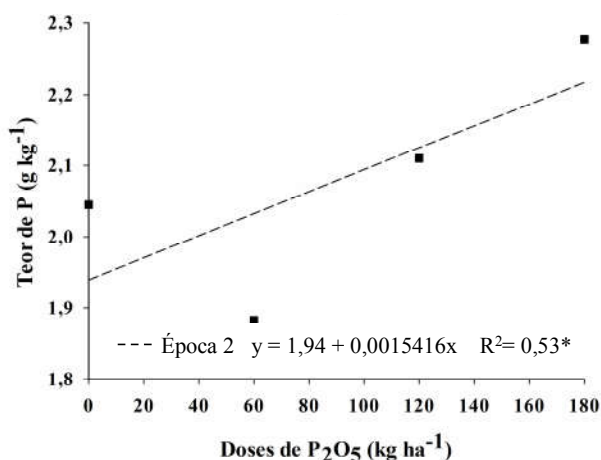


Figura 4 – Estimativa do teor de P na folha de cultivares de feijão-caupi em função da 2ª época de semeadura e doses de fósforo. Época 2: 01 de novembro. Vitória da Conquista – BA, 2016.

As plantas semeadas em 15 de novembro apresentaram menor teor de K nas folhas para ambas as cultivares (Tabela 2). Para a Cultivar BRS Guariba registrou-se incrementos de 75% no teor de K nas folhas das plantas de feijão-caupi semeadas em 15 de dezembro, quando comparadas as plantas que apresentaram menor teor (época 3), já para a cultivar BRS Xiquexique as plantas semeadas em 15 de outubro e 15 de dezembro foram superiores as demais, alcançando uma elevação de 48–50%, no teor de K nas folhas, quando comparado com a época de semeadura que apresentou menor teor de K em seus tecidos. No entanto, todas as médias encontradas para esta variável encontram-se acima do teor de $32,0 \pm 3,6$, reconhecidos como adequado por Oliveira e Dantas (1984).

O efeito das cultivares sobre o teor de K nas folhas só foi verificado nas plantas semeadas no mês de dezembro, sendo que a cultivar BRS Xiquexique apresentou 9% a mais de K em suas folhas, quando comparada a cultivar BRS Guariba, ambas semeadas no dia 01 de dezembro, já para as plantas semeadas em 15 de dezembro, a cultivar BRS Guariba registrou superioridade de 10 % no teor de K encontrado nas folhas, em comparação com a cultivar BRS Xiquexique (Tabela 2).

O K é um dos nutrientes mais abundantes nos tecidos vegetais, porém, a cultura do feijão-caupi é pouco responsiva a aplicação deste nutriente, sendo que registros de maior fornecimento por meio de adubos, ou mesmo registros de maior teor de K nos tecidos da planta não tem sido traduzido em maiores produtividades de grãos (MELO e outros, 1996; BORGES e outros, 2015).

4.3 Características vegetativas

A altura das plantas de ambas as cultivares foi influenciada pelas épocas de semeadura, sendo que as plantas da cultivar BRS Guariba apresentaram maiores alturas quando semeadas em 01 de novembro em combinação com todas as doses de P e 15 de novembro para as doses 60 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e as plantas da cultivar BRS Xiquexique no dia 15 de outubro (Tabela 3). Esses resultados, possivelmente, estão relacionados às condições climáticas favoráveis que ocorreram durante o desenvolvimento vegetativo nas épocas de cultivo em destaque (Figuras 1 e 2). Os cultivos iniciados em 01 e 15 de novembro da cultivar BRS Guariba podem ter sido favorecidos pela maior disponibilidade de água e de luz que ocorreram durante o mês de dezembro, em função da maior precipitação e da ocorrência do solstício, período no qual as plantas estavam em pleno estágio de desenvolvimento vegetativo, que configura vantagem sobre a 1^a época que já havia iniciado o estágio reprodutivo, assim como, sobre a 4^a e 5^a épocas que estavam em estádios iniciais de desenvolvimento.

Outra questão que pode ser considerada, é o fato das plantas semeadas em 15 de outubro e 01 de novembro, em virtude do seu estágio vegetativo terem aproveitado melhor a precipitação ocorrida no mês de dezembro, que possibilitou maior desenvolvimento vegetativo, que favorece o fechamento das ruas entre as linhas de semeadura, estimulando o crescimento vertical, conforme Coelho e outros (2014).

Tabela 3 - Altura da planta de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Época	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)				Média
	0	60	120	180	
cm					
BRS Guariba					
15 out.	42,49 c	49,87 b	55,00 b	52,3 b	49,91
01 nov.	72,85 a	70,84 a	70,50 a	72,85 a	71,76
15 nov.	59,81 b	73,72 a	74,65 a	63,01 ab	67,79
01 dez.	29,95 d	31,17 c	31,17 c	36,5 c	32,19
15 dez.	36,62 cd	34,50 c	34,50 c	36,47 c	35,52
Média	48,34	52,02	53,16	52,22	
BRS Xiquexique					
15 out.	68,35 a	72,22 a	79,55 a	80,50 a	75,15
01 nov.	41,90 b	39,60 b	44,53 b	46,74 c	43,19
15 nov.	42,42 b	42,00 b	44,90 b	57,60 b	46,73
01 dez.	38,27 b	45,15 b	43,05 b	40,50 cd	41,74
15 dez.	33,12 b	35,30 b	37,63 b	34,45 d	35,12
Média	44,81	46,85	49,93	51,95	

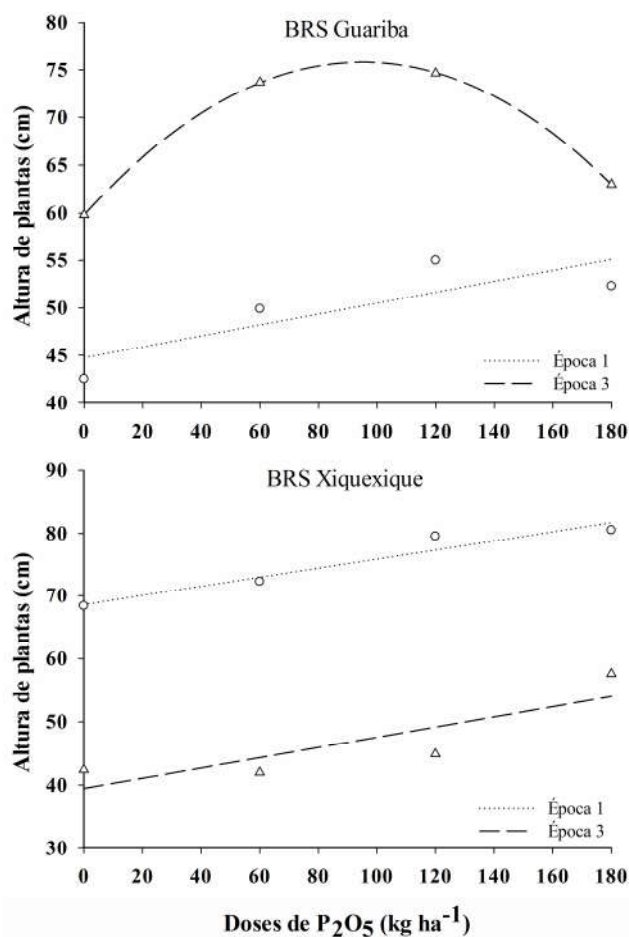
Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A maior altura da planta apresentada na 1ª época pela cultivar BRS Xiquexique (Tabela 3), pode ser explicada pelo fato do porte apresentado pela cultivar, que em condições ambientais favoráveis, como disponibilidade de água e temperatura adequada pode retomar seu crescimento promovendo sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva, interferindo na relação fonte/dreno. Desta forma, a distribuição dos fotoassimilados pode ser

alterada, resultando em mudanças nas características morfológicas (OLIVEIRA e outros, 2013; MARINHO e outros 2014). Sendo assim, o fato das plantas semeadas na 1ª época terem permanecido em condições ambientais mais favoráveis ao crescimento por maior período durante seu ciclo, pode explicar seu melhor desempenho.

Considerando o sistema produtivo (solo-planta-atmosfera), a relação entre a cobertura do solo e a evaporação pode condicionar ambientes que resultem em diferentes desenvolvimentos vegetativos. Resultados encontrados por Tatagiba e outros (2013), ao avaliarem o crescimento de plantas de feijão comum em função da restrição hídrica, revelam que a redução em 50% da disponibilidade de água, em relação a 100% da capacidade de campo, gera reduções significativas na altura das plantas, variando de 36 a 114% ao longo do ciclo. De acordo com Taiz e Zeiger (2013), fatores ambientais como luz e disponibilidade de água podem também modular a expansão da célula vegetal, que antes de atingir a maturidade expandem-se de 10 a 100 vezes em volume, podendo resultar em maior altura.

Ao avaliar as doses de P em cada época de semeadura por meio da regressão polinomial, foi constatado que as doses de P influenciaram a altura das plantas de ambas as cultivares quando semeadas em 15 de outubro e 15 de novembro (Figura 5). Para a cultivar BRS Guariba, as plantas da 1ª época de semeadura alcançaram 55 cm com aplicação da maior dose estudada, enquanto na 3ª época foram necessários 93 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para essas atingirem a altura máxima de 75 cm. Ao avaliar o crescimento da cultivar BRS Xiquexique, nota-se que a maior dose estudada foi a que possibilitou maior altura das plantas, alcançando 82 e 54 cm, para a 1ª e 3ª épocas de semeadura, respectivamente.



	Época 1	Época 3
BRS Guariba	$y = 44,74 + 0,057583x \quad R^2 = 0,68^{**}$	$y = 59,83 + 0,33707x - 0,001775x^2 \quad R^2 = 0,99^{**}$
BRS Xique xique	$y = 68,59 + 0,072967x \quad R^2 = 0,93^{**}$	$y = 39,47 + 0,080683x \quad R^2 = 0,72^{**}$

Figura 5 - Altura de planta de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 3: 15 de novembro. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Assim, como o crescimento vegetal pode ser limitado por conta da deficiência nutricional de P, onde as raízes passam a atuar como forte drenos de carboidratos, reduzindo o crescimento da parte aérea, elevando a relação parte aérea/raiz (ARAÚLO e MACHADO, 2006), a disponibilidade de P em

níveis adequados pode contribuir significativamente para o incremento do crescimento vegetal.

A variável diâmetro do caule das plantas de feijão-caupi foi influenciada significativamente pela interação entre épocas de semeadura e cultivares, porém não foi verificado efeito das doses de P (Tabela 1), resultado que discorda das respostas obtidas por Coutinho e outros (2014), que alcançaram incremento de 0,0095 mm no diâmetro do caule das plantas, para cada quilo de P₂O₅ adicionado no suco de semeadura.

A condição promovida pela 5ª época de semeadura possibilitou menor diâmetro para as plantas cultivadas a partir de 15 de dezembro (Tabela 4), época que, em função da disponibilidade de água que ocorreu no mês de dezembro, possibilitou melhor desenvolvimento inicial das plantas. No entanto, nesta época de semeadura, essa disponibilidade hídrica não foi mantida até o final do ciclo, resultando em menores diâmetros de caule.

Tabela 4 - Diâmetro do caule de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e cultivares. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Época	Cultivar		Média
	BRS Guariba	BRS Xiquexique	
	mm		
15 out.	8,4 bB	10,2 bA	9,3
01 nov.	9,8 aA	9,3 bcA	9,5
15 nov.	8,5 bB	11,9 aA	10,2
01 dez.	5,6 dB	10,1 bA	7,8
15 dez.	7,3 cB	9,1 cA	8,2
Média	7,9	10,12	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Diferenças expressivas no diâmetro do caule foram evidentes entre as cultivares, demonstrando superioridade da cultivar BRS Xiquexique em todas as épocas de semeadura, exceto para as plantas semeadas em 01 de novembro, porém, as diferenças apresentadas parecem estar mais associadas

às características genéticas das cultivares do que aos tratamentos aplicados (Tabela 4). A maior diferença registrada entre as cultivares foi detectada nas plantas submetidas às condições proporcionadas pela 5ª época de semeadura, com diâmetro 80% maior nas plantas da cultivar BRS Xiquexique. Essa característica pode representar menor susceptibilidade ao tombamento nas plantas que apresentam maior diâmetro de caule, sendo bastante importante em regiões com registro de ventos fortes.

Os resultados obtidos para a variável altura de inserção da primeira vagem nas plantas da cultivar BRS Guariba apresentaram o melhor resultado para as doses 60 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e os dois melhores resultados para as doses 0 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, nas três primeiras épocas de semeadura, contrastando com a 4ª e 5ª épocas de semeadura, que promoveram menores valores para esta variável (Tabela 5). A maior diferença percentual foi registrada entre as plantas semeadas em 01 de novembro e 15 de dezembro, cultivadas com a dose 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, que diferiram em 76%.

Para cultivar BRS Xiquexique, a avaliação da altura de inserção da primeira vagem, revela que, com as doses 60 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, a 1ª época de semeadura foi aquela que apresentou plantas com maior altura de inserção da vagem (Tabela 5). É importante ressaltar que esta cultivar apresenta muitas vagens que se aproximam ou tocam ao solo, em especial àquelas que são formadas nos ramos laterais, fato atribuído a arquitetura das plantas.

De acordo com Leite e outros (1999), a maior altura de inserção das vagens em plantas de feijão-caupi impede o contato das vagens com o solo, sendo preventivo contra doenças, evitando danos caso haja ocorrência de chuvas por ocasião da colheita.

Os resultados observados para altura de inserção da vagem (Tabela 5) acompanharam o desempenho apresentado pela variável altura de plantas (Tabela 3), revelando tendência em que plantas que apresentam maior altura podem contribuir para se alcançar maior altura de inserção da vagem. Essa característica pode ser explicada pela condição em que plantas maiores

apresentam maior internódio, elevando o ponto de inserção do pecíolo no caule, sendo que esta condição apresenta relação direta com a altura de inserção da vagem. Resultados encontrados por Almeida (2014) corroboram com as observações realizadas para a referida variável ao concluir que a altura de inserção de primeira vagem tem relação direta com o porte das cultivares, porém, a altura de inserção de primeira vagem apesar de ser uma característica genética de cada cultivar, pode variar de acordo com as condições ambientais e de cultivo.

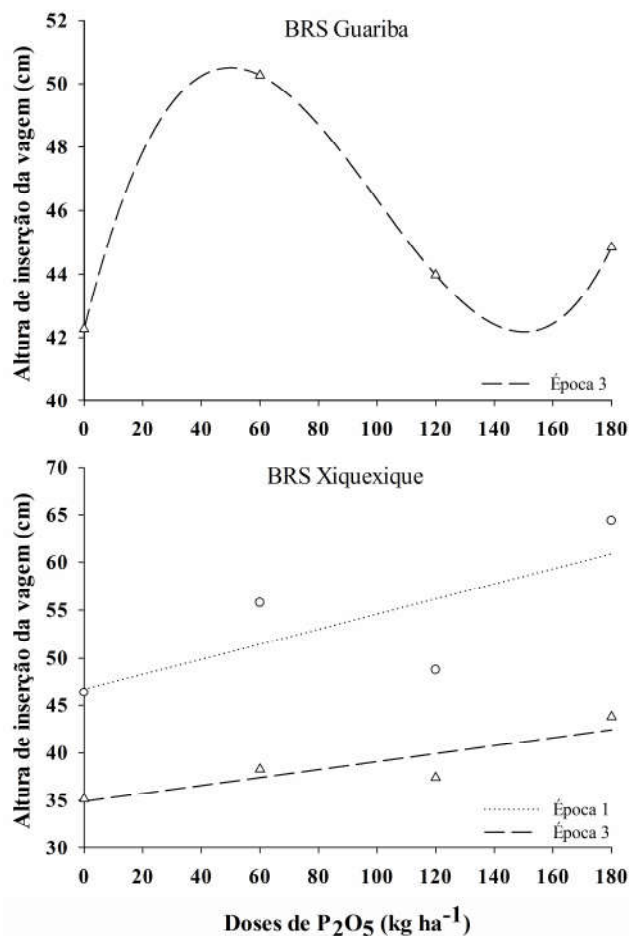
Tabela 5 - Altura de inserção da primeira vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Época	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)				Média
	0	60	120	180	
cm					
BRS Guariba					
15 out.	44,83 ab	45,78 a	48,33 a	43,95 b	45,72
01 nov.	51,08 a	49,97 a	47,73 a	53,05 a	50,46
15 nov.	42,28 b	50,27 a	43,98 a	44,85 b	45,34
01 dez.	31,78 c	31,38 b	31,90 b	33,42 c	32,12
15 dez.	31,28 c	30,18 b	30,85 b	30,02 c	30,58
Média	40,25	41,51	40,55	40,05	
BRS Xiquexique					
15 out.	46,35 a	55,76 a	48,77 a	64,39 a	53,81
01 nov.	39,61 ab	43,79 b	42,09 ab	40,71 bc	41,55
15 nov.	35,13 b	38,28 bc	37,40 bc	43,80 b	38,65
01 dez.	35,90 b	39,88 bc	34,52 c	36,23 cd	36,63
15 dez.	33,55 b	34,00 c	33,30 c	33,63 d	33,62
Média	38,10	42,34	39,21	43,95	

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

As doses de P influenciaram a altura de inserção da vagem nas plantas da cultivar BRS Guariba somente na 3ª época de semeadura (Figura 6), onde apresentou efeito cúbico demonstrando que o uso de 60 kg ha⁻¹ de

P₂O₅ promoveu maior altura de inserção da vagem e menores valores quando se utilizou as doses de 120 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅.



BRS Guariba Época 3 $y = 42,27 + 0,3715x - 0,004964x^2 + 0,0000165x^3$ $R^2 = 1,00^{**}$
 BRS Xiquexique Época 1 $y = 46,75 + 0,07855x$ $R^2 = 0,54^{**}$
 BRS Xiquexique Época 3 $y = 34,88 + 0,04188x$ $R^2 = 0,77^{**}$

Figura 6 - Altura de inserção da primeira vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 3: 15 de novembro. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Para a cultivar BRS Xiquexique foi encontrado efeito significativo apenas para a 1^a e 3^a época, nas quais os maiores valores foram observados

com a maior dose estudada, alcançando 61 cm com incremento de 0,78 cm para cada 10 kg de P_2O_5 aplicados em plantas da 1ª época de semeadura e 42 cm com incremento de 0,48 cm para cada 10 kg de P_2O_5 aplicados naquelas cultivadas na 2ª época de semeadura (Figura 6).

Com relação à área foliar nota-se que as plantas da cultivar BRS Guariba apresentaram maior área foliar quando cultivadas na 2ª e 3ª épocas, independentemente da dose de P, exceto para o tratamento sem aplicação de P e a dose de 180 kg ha⁻¹ de P_2O_5 . Para cultivar BRS Xiquexique os maiores valores de área foliar foram observados em plantas semeadas entre 01 de novembro e 01 de dezembro, para todas as doses estudadas. A diferença entre a área foliar de cada época pode estar associada à maior precipitação que ocorreu durante o mês de dezembro, mês no qual as plantas da 1ª e 2ª épocas foram coletadas por ocasião do florescimento (Tabela 6).

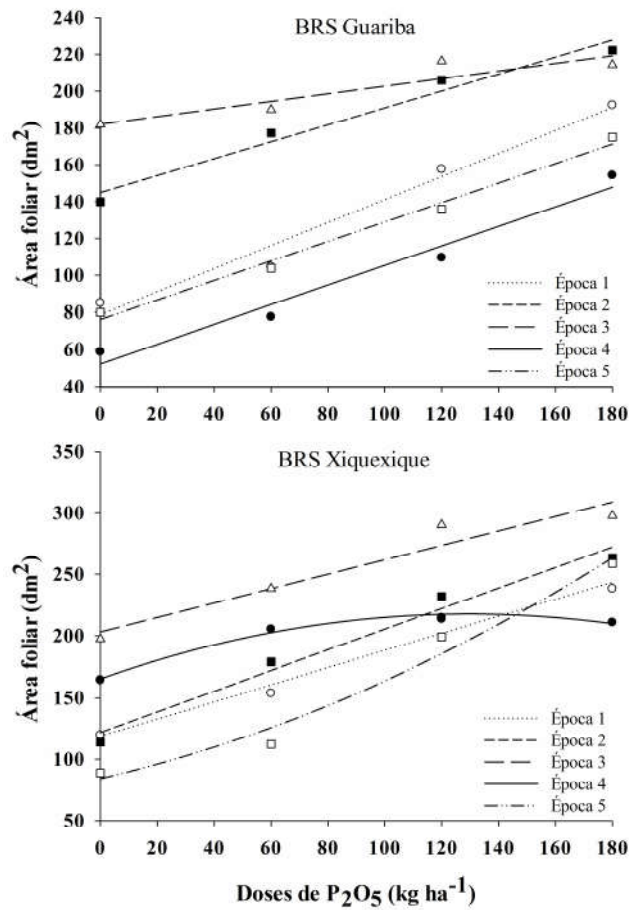
Desta forma, para a variável área foliar pode-se inferir que as plantas que permaneceram em condição de maior disponibilidade de água por maior tempo foram mais eficientes na produção e expansão foliar (Tabela 6), tendo em vista que a água é um fator importante que pode limitar a taxa fotossintética por meio da redução do suprimento de CO_2 , em condições onde os estômatos permanecem fechados para reduzir a transpiração. Outra questão associada com a maior disponibilidade de água para a planta e maior área foliar pode ser compreendida pelo fato da água exercer pressão de turgor sobre a parede celular, que representa mecanismo importante para a mecânica do crescimento celular (TAIZ e ZEIGER, 2013). A temperatura pode ser outro fator relacionado à maior área foliar apresentada nas épocas citadas anteriormente, pois durante o período de desenvolvimento dessas épocas, a temperatura manteve-se por mais tempo dentro da faixa ótima para realização da fotossíntese pelas plantas C3.

Tabela 6 - Área foliar de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Época	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)				Média
	0	60	120	180	
dm ²					
BRS Guariba					
15 out.	85,10 c	104,49 b	157,65 b	192,48 ab	134,93
01 nov.	139,94 b	177,30 a	206,02 a	222,33 a	186,39
15 nov.	181,93 a	189,99 a	216,45 a	214,45 a	200,70
01 dez.	58,86 c	77,47 b	109,53 c	154,34 c	100,05
15 dez.	79,84 c	103,85 b	135,86 bc	175,12 bc	123,66
Média	109,13	130,62	165,10	191,74	
BRS Xiquexique					
15 out.	119,58 b	153,76 c	213,57 b	238,32 bc	181,35
01 nov.	113,98 b	178,95 bc	231,92 b	263,52 ab	194,69
15 nov.	197,50 a	238,55 a	290,41 a	297,85 a	256,07
01 dez.	164,28 a	205,34 ab	214,57 b	210,71 c	198,72
15 dez.	88,81 b	112,24 d	199,08 b	258,92 b	164,76
Média	136,83	177,77	229,91	253,86	

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

As doses de P contribuíram consideravelmente para incrementar a área foliar das plantas nas diferentes épocas (Figura 7). A cultivar BRS Guariba apresentou resposta linear às doses de P em todas as épocas estudadas, apresentando maiores valores com a aplicação de 180 kg ha⁻¹. Essa condição possibilitou que a 2^a época alcançasse a maior área foliar com 228 dm²; no entanto, a 4^a época de semeadura foi a que apresentou maior amplitude de resposta à aplicação das doses de P, atingindo incremento de 182% em sua área foliar.



	Época 1	$y = 78,56 + 0,62605x$	$R^2 = 0,97^{**}$
	Época 2	$y = 145,02 + 0,45983x$	$R^2 = 0,97^{**}$
BRS Guariba	Época 3	$y = 182,10 + 0,20670x$	$R^2 = 0,85^{**}$
	Época 4	$y = 52,28 + 0,530833x$	$R^2 = 0,96^{**}$
	Época 5	$y = 75,99 + 0,529767x$	$R^2 = 0,98^{**}$
	Época 1	$y = 68,59 + 0,072967x$	$R^2 = 0,97^{**}$
	Época 2	$y = 39,47 + 0,080683x$	$R^2 = 0,97^{**}$
BRS Xiquexique	Época 3	$y = 203,14 + 0,588183x$	$R^2 = 0,93^{**}$
	Época 4	$y = 165,22 + 0,808958x - 0,00312x^2$	$R^2 = 0,98^*$
	Época 5	$y = 84,29 + 0,540158x + 0,00253x^2$	$R^2 = 0,97^*$

Figura 7 - Área foliar de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2: 01 de novembro; Época 3: 15 de novembro; Época 4: 01 de dezembro; Época 5: 15 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Os maiores valores de área foliar obtidos com a cultivar BRS Xiquexique foram registrados nas três primeiras épocas estudadas, sendo a 3ª a que apresentou maior desenvolvimento com 309 dm² de área foliar que corresponde a um incremento de 52%, em comparação com a ausência de aplicação de P (Figura 7).

A área foliar foi avaliada ao final do estágio vegetativo, aferindo-se, desta forma, a eficiência na conversão de fotoassimilados em tecidos foliares. Considerando que o estado nutricional do vegetal tem relação direta com o crescimento, nota-se que a maior disponibilidade do elemento P pode ter contribuído para obtenção de maior área foliar, visto que o P possui importante papel na fotossíntese e respiração, influenciando diretamente na taxa de fotossíntese líquida (TAIZ e ZEIGER, 2013).

A avaliação do índice de área foliar indicou resultados similares ao observado para a variável área foliar (Tabelas 6 e 7), onde as plantas da 2ª e 3ª épocas de semeadura tiveram maior índice de área foliar para a cultivar BRS Guariba nas doses 60 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Para a cultivar BRS Xiquexique, foi observado que a 3ª época foi a que possibilitou maior índice de área foliar nas doses 0 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e, 3ª e 4ª épocas para as doses 0 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Tabela 7). Valores de índice de área foliar observados em condições de maior disponibilidade de água no solo favorecem maior desenvolvimento vegetativo que podem resultar em menor eficiência no uso da luz, devido à sobreposição das folhas na região inferior do dossel. Nesta condição pode ser registrada menor produtividade de grãos devido à redução na eficiência da fotossíntese (FREIRE FILHO e outros, 2005). No entanto, para este trabalho tais efeitos não foram registrados, visto que, as épocas de semeadura que promoveram o maior índice de área foliar coincidiram com o período de maior precipitação e radiação durante o experimento e, apresentaram elevadas produções.

A relevância do índice de área foliar está associada a alguns importantes fatores de desenvolvimento vegetal, tais como: ampliação ou redução das taxas fotossintéticas, resultando em diferentes produções de

fotoassimilados; capacidade de cobertura da superfície do solo, que em condições ideais confere menor proliferação de plantas daninhas, além de contribuir para proteção do solo e redução da perda de água por evaporação (BONFIM-SILVA e outros, 2011; LAMEGO e outros, 2005; COUTINHO e outros, 2014)

Tabela 7 - Índice de área foliar de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Época	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)				Média
	0	60	120	180	
BRS Guariba					
15 out.	1,70 c	2,09 b	3,15 b	3,85 ab	2,69
01 nov.	2,80 b	3,54 a	4,12 a	4,45 a	2,97
15 nov.	3,64 a	3,80 a	4,08 a	4,29 a	3,95
01 dez.	1,20 c	1,55 b	2,19 c	3,09 c	1,98
15 dez.	1,60 c	2,07 b	2,72 bc	3,50 bc	2,47
Média	2,18	2,61	3,25	3,83	
BRS Xiquexique					
15 out.	1,59 bc	2,05 cd	2,32 cd	3,18 bc	2,28
01 nov.	1,52 c	2,38 bc	2,65 bc	3,51 b	2,51
15 nov.	2,80 a	3,23 a	3,50 a	4,84 a	3,59
01 dez.	2,19 b	2,73 ab	2,90 ab	2,81 c	2,65
15 dez.	1,18 c	1,49 d	1,81 d	3,45 b	1,98
Média	1,85	2,37	2,63	3,55	

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

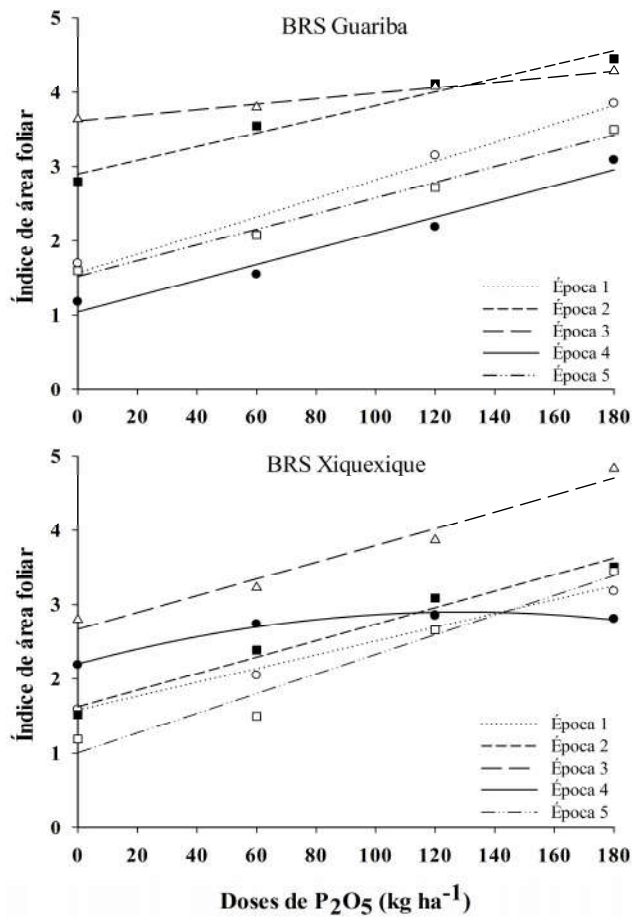
Os maiores valores da variável IAF das cultivares BRS Guariba e BRS Xiquexique apresentaram valores próximos aos obtidos por Bastos e outros (2002), ao trabalharem com regimes hídricos diferentes em feijão caupi, quando obtiveram aos 47 dias após a semeadura valores de máximos IAF 3,0 para a cultivar BR17 Gurguéia e 4,3 para a cultivar BR 14 Mulato. Os resultados encontrados por Borges e outros (2008) para o índice de área foliar em função da nutrição da planta, corroboram com os valores observados neste experimento, os autores verificaram valores de índice de

área foliar variando de 1,49 a 2,16 aos 35 dias após a emergência, período que se aproxima da quantidade de dias em que o IAF foi aferido nas diferentes épocas de semeadura.

Considerando os valores médios obtidos para cada cultivar utilizada, verifica-se que a cultivar BRS Guariba obteve IAF médio de 2,82 e a cultivar BRS Xiquexique IAF médio de 2,60 (Tabela 7), valores inferiores aos obtidos por Bastos e outros (2002), que ao trabalharem com lâminas de irrigação alcançaram valores médios de 3,93 para a cultivar BRS Guariba e 4,05 para a cultivar BRS Paraguaçu.

A aplicação do elemento P proporcionou incremento de IAF em todas as épocas de estudo, para as duas cultivares, sendo a aplicação da maior dose estudada aquela que possibilitou maiores IAF, exceto para a 4ª época da cultivar BRS Xiquexique que obteve IAF de 2,89 com aplicação de 129 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 8). O maior incremento observado para a cultivar BRS Guariba foi obtido na 4ª época de semeadura, aumentando em 181% quando comparada com a dose zero e, para a cultivar BRS Xiquexique o maior incremento obtido foi de 235% na 5ª época, ficando evidente desta forma, que a aplicação do P contribuiu para ampliar a área de cobertura do solo.

Mesmo utilizando espaçamentos diferentes para as cultivares, não foi constatado prejuízo para taxa de uso do solo, nem mesmo para a cobertura do mesmo, visto que as populações utilizadas atenderam ao que é preconizado para cada cultivar trabalhada (Tabela 7 e Figura 8).



BRS Guariba	Época 1	$y = 1,57 + 0,012520x$	$R^2 = 0,97^{**}$
	Época 2	$y = 2,90 + 0,009200x$	$R^2 = 0,97^{**}$
	Época 3	$y = 3,62 + 0,003717x$	$R^2 = 0,99^{**}$
	Época 4	$y = 1,05 + 0,010617x$	$R^2 = 0,96^{**}$
	Época 5	$y = 1,52 + 0,010567x$	$R^2 = 0,98^{**}$
BRS Xiquexique	Época 1	$y = 1,58 + 0,0092833x$	$R^2 = 0,97^{**}$
	Época 2	$y = 1,63 + 0,0111167x$	$R^2 = 0,97^{**}$
	Época 3	$y = 2,67 + 0,0112667x$	$R^2 = 0,96^{**}$
	Época 4	$y = 2,20 + 0,0108x - 0,0000417x^2$	$R^2 = 0,98^{**}$
	Época 5	$y = 1,01 + 0,0132333x$	$R^2 = 0,95^{**}$

Figura 8 - Índice de área foliar de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2: 01 de novembro; Época 3: 15 de novembro; Época 4: 01 de dezembro; Época 5: 15 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016.

4.4 Componentes de produção

O número de vagens por planta foi influenciado pela interação entre épocas de semeadura e doses de P (Tabela 1). De modo geral, a cultivar BRS Guariba não diferiu estatisticamente na quantidade de vagens produzidas nas três primeiras épocas, que foram superiores ao número de vagem alcançado com as plantas semeadas em 15 de dezembro, resultado observado em todas as doses de P estudadas (Tabela 8).

A cultivar BRS Xiquexique apresentou maior número de vagens por planta na 2ª e 3ª época de semeadura sem aplicação de P e, maior número de vagens por planta na 3ª época de semeadura para as demais doses de P estudadas, onde foi registrado incremento mínimo de 46 % sem aplicação de P e incrementos de 125 %, 153 % e 134 % com aplicação das doses 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ respectivamente, quando comparadas com a 5ª época de semeadura (Tabela 8).

Os resultados encontrados para o número de vagens podem estar relacionados com as condições climáticas observadas durante o período de cultivo das plantas na 5ª época, no qual foi registrado maior déficit hídrico na 5ª época durante o florescimento, situações que favorece o abortamento ou inviabilidade das flores. Ramos e outros (2014) observaram em diferentes cultivares que a disponibilidade de água no solo influencia o rendimento de vagem por planta, resultados que ratificam os resultados encontrados neste estudo. No entanto, a diferença marcante observada entre as cultivares trabalhadas, possivelmente está associada às características genéticas que as cultivares estudadas apresentam, como por exemplo, o hábito de crescimento que influencia a população de plantas, fator que apresenta relação direta com a produção de vagens.

Tabela 8 - Número de vagens por planta de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Época	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)				Média
	0	60	120	180	
n ^o planta ⁻¹					
BRS Guariba					
15 out.	7,01 ab	7,08 ab	7,70 a	7,59 a	7,34
01 nov.	6,99 ab	7,10 ab	7,75 a	7,77 a	7,40
15 nov.	7,61 a	8,23 a	7,89 a	7,92 a	7,91
01 dez.	5,89 bc	6,48 bc	6,93 ab	6,04 b	6,33
15 dez.	5,25 c	5,62 c	5,81 b	5,33 b	5,50
Média	6,55	6,90	7,21	6,93	
BRS Xiquexique					
15 out.	6,87 c	7,29 c	8,20 c	8,15 c	7,62
01 nov.	8,87 ab	9,16 b	10,51 b	9,83 b	9,55
15 nov.	9,98 a	12,23 a	14,18 a	13,09 a	12,37
01 dez.	8,26 b	9,07 b	8,96 c	8,83 bc	8,78
15 dez.	6,04 c	5,43 d	5,59 d	5,58 d	5,66
Média	8,00	8,63	9,48	9,10	

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Não foi verificado efeito significativo do desdobramento das doses de P em cada época de semeadura para a variável número de vagens por planta da cultivar BRS Guariba. A produção de vagens apresentada pela cultivar BRS Xiquexique em função das doses de P₂O₅ para cada época de semeadura apresentou efeito significativo apenas para as três primeiras épocas, onde a 3^a época apresentou efeito quadrático, necessitando de 132 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para alcançar a produção máxima de 13,8 vagens por planta, o que representa incremento de 40% no rendimento de vagem quando comparado com a produção sem aplicação de P (Figura 9). Considerando que o metabolismo das plantas torna-se mais intenso durante a fase reprodutiva, um aporte adequado de P pode contribuir para evitar a redução das taxas fotossintéticas e do metabolismo vegetal, visto que o P tem atuação na fotossíntese, além de ser constituinte das moléculas de ATP (TAIZ E

ZEIGER, 2013). Resultados encontrados por Zucareli e outros (2010), em estudos com o feijão comum, e por Coutinho e outros (2014), em feijão-caupi, corroboram com estes resultados, ao constatarem que maiores doses de P proporcionaram maior número de vagem por planta.

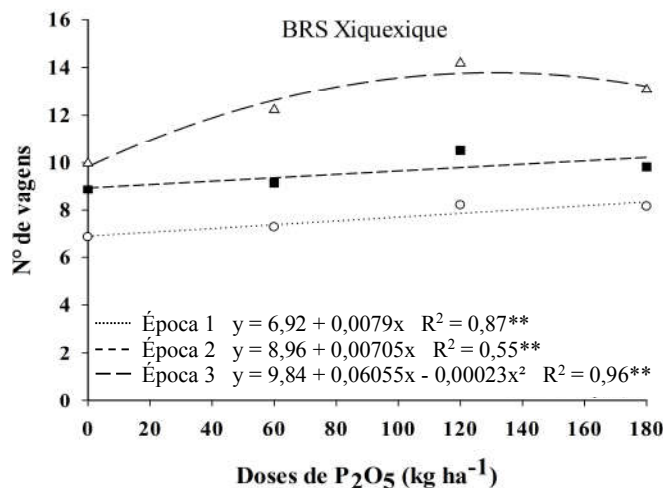


Figura 9 – Número de vagens por planta da cultivar de feijão-caupi BRS Xiquexique em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2: 01 de novembro; Época 3: 15 de novembro. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Para o comprimento de vagem, a interação época de semeadura x cultivar, apenas apresentou diferença entre as épocas de semeadura para cultivar BRS Guariba, sendo que as semeaduras de 01 de novembro a 01 de dezembro proporcionaram os maiores valores. A época de semeadura não influenciou no comprimento de vagem da cultivar BRS Xiquexique (Tabela 9). No entanto, o efeito dos tratamentos apontou superioridade da cultivar BRS Xiquexique, que apresentou maior comprimento de vagem. A superioridade apresentada pela cultivar BRS Xiquexique, possivelmente esteja relacionada às características genéticas da cultivar.

Almeida (2014), trabalhando com cinco cultivares, verificou diferença no comprimento de vagem das cultivares em diferentes épocas,

porém, ressaltou que tais diferenças possivelmente sejam influenciadas mais por fatores genéticos do que fatores ambientais.

Tabela 9 - Comprimento de vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e cultivares. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Época	Cultivar		Média
	BRS Guariba	BRS Xiquexique	
	cm		
15 out.	14,17 bB	17,18 aA	15,67
01 nov.	16,57 aB	17,56 aA	17,06
15 nov.	16,48 aB	17,56 aA	17,02
01 dez.	16,18 aB	17,54 aA	16,86
15 dez.	14,28 bB	16,20 aA	15,24
Média	15,53	17,20	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A avaliação do número de grãos por vagem apresentou para ambas as cultivares estudadas diferenças estatísticas em função das épocas de semeadura, efeito que foi registrado em todas as doses de P estudadas (Tabela 10). Os maiores valores registraram diferenças de 39 e 9% para as cultivares BRS Guariba e BRS Xiquexique, respectivamente, em função das épocas de semeadura sem aplicação de P_2O_5 . Com aplicação de 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de P os extremos observados entre o número de grãos produzidos em função das épocas de semeadura foram de 27, 19 e 26 % para a cultivar BRS Guariba e de 8, 7 e 7 % para a cultivar BRS Xiquexique, respectivamente.

As condições ambientais ocorridas nas diferentes épocas do estudo revelam que a disponibilidade de água durante a fase reprodutiva é definitiva para formação do grão, em especial, por influir sobre as taxas fotossintéticas.

Pode-se também, inferir que o uso do nutriente P contribui para reduzir os efeitos das condições ambientais que levam a redução no número de grãos por vagem em plantas de feijão-caupi (Figura 10). Essa capacidade

pode estar relacionada ao maior desenvolvimento do sistema radicular que a nutrição como elemento P proporciona para as plantas, fator que pode contribuir para tolerar o déficit hídrico que ocorrem nas diferentes fases da planta em condições de sequeiro.

Tabela 10 - Número de grãos por vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Época	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)				Média
	0	60	120	180	
n ^o vagem ⁻¹					
BRS Guariba					
15 out.	7,38 cd	7,43 d	7,95 c	7,73 c	7,62
01 nov.	8,68 ab	9,15 ab	9,25 a	9,80 a	9,22
15 nov.	9,08 a	9,43 a	9,49 a	9,34 ab	9,33
01 dez.	8,01 bc	8,40 bc	8,95 ab	8,80 b	8,54
15 dez.	6,50 d	7,68 cd	8,28 bc	8,75 b	7,8
Média	7,93	8,41	8,78	8,88	
BRS Xiquexique					
15 out.	12,85 ab	13,10 b	13,35 ab	13,33 bc	13,15
01 nov.	12,35 b	13,08 b	14,03 ab	14,23 a	13,42
15 nov.	13,48 a	14,10 a	14,05 a	14,13 ab	13,94
01 dez.	13,17 ab	14,24 a	14,15 a	13,95 abc	13,87
15 dez.	13,18 ab	13,23 b	13,20 b	13,25 c	13,21
Média	13,00	13,55	13,75	13,77	

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Avaliando o efeito das doses de P no número de grãos por vagem em cada cultivar, nota-se que somente algumas épocas foram eficientes para incrementar o número de grãos produzidos em uma vagem (Figura 10). A 5^a época de semeadura da cultivar BRS Guariba foi a mais responsiva a aplicação do nutriente P, apresentando 32% de incremento, sugerindo que plantas de feijão-caupi em condições de estresse ambiental, podem apresentar desempenho superior na presença de elevada dose de P.

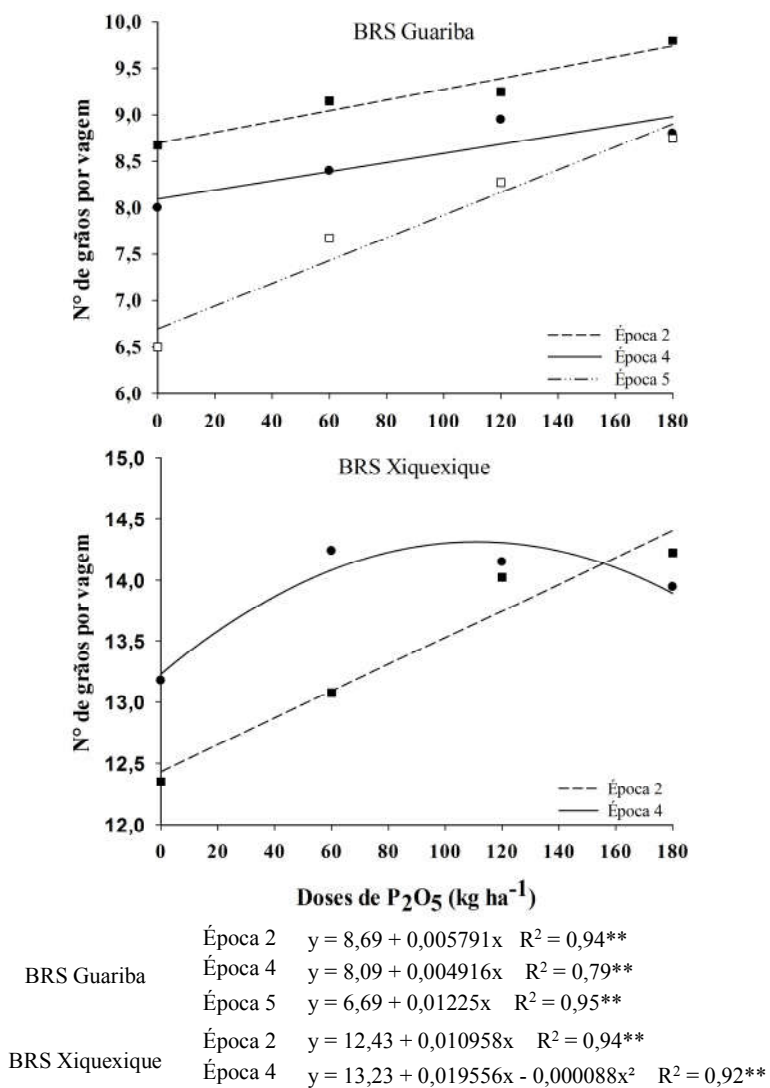


Figura 10 – Número de grãos por vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Époça 2: 01 de novembro; Époça 4: 01 de dezembro; Époça 5: 15 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016.

No entanto, para a cultivar BRS Guariba o maior número de grãos por vagem foi observado na 2ª época de semeadura, utilizando a maior dose estudada (180 kg ha⁻¹ de P₂O₅), que resultou na produção de 9,5 grãos por

vagem. Para a cultivar BRS Xiquexique apenas a 2^a e 4^a épocas apresentaram efeito significativo, proporcionando valores de 14,4 e 14,3 grãos por vagem, com doses de 180 e 111 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Ao comparar o número de grãos por vagem obtido com aplicação do nutriente P ao número obtido sem aplicação do mesmo, nota-se incrementos de 15 e 8 % na 2^a e 4^a épocas de semeadura, respectivamente. É importante salientar que na 4^a época de semeadura foi necessário 69 kg ha⁻¹ de P₂O₅ a menos para obter valor semelhante ao obtido na 2^a época (Figura 10).

Trabalhando com diferentes cultivares de feijão-caupi, Matoso e outros (2013) verificaram maior número de grãos por vagem para as mesmas cultivares utilizadas neste estudo. Os autores atribuíram estes valores à herdabilidade genética, relatando pouca influência dos seus tratamentos.

Zucareli e outros (2010), estudando doses de P em feijão comum, não obtiveram efeito significativo para esta característica, resultado oposto ao verificado por Coutinho e outros (2014), que detectaram acréscimos no número de grãos por vagem com a aplicação de até 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Os valores de massa de vagem das cultivares BRS Guariba e BRS Xiquexique expressam o potencial que as plantas adubadas com P apresentam para tolerar as condições ambientais desfavoráveis, especialmente durante a fase reprodutiva, em comparação com as plantas cultivadas sem aplicação de P. Nos tratamentos sem aplicação de P ocorreu uma maior diferença percentual na massa de vagem entre as épocas que apresentaram boas condições climáticas durante o desenvolvimento do seu ciclo e aquelas que concluíram o seu ciclo em condições menos favoráveis, ou mesmo, em condição de estresse. Foi registrada diferença de 39 e 25%, para as cultivares BRS Guariba e BRS Xiquexique, respectivamente, entre as épocas com maior e menor massa de vagens nos cultivos sem aplicação de P (Tabela 11).

A massa de vagens foi favorecida pela aplicação de doses de P nas duas cultivares e em todas as épocas estudadas, exceto para 1^a época de semeadura da cultivar BRS Xiquexique (Figura 11). Os maiores valores

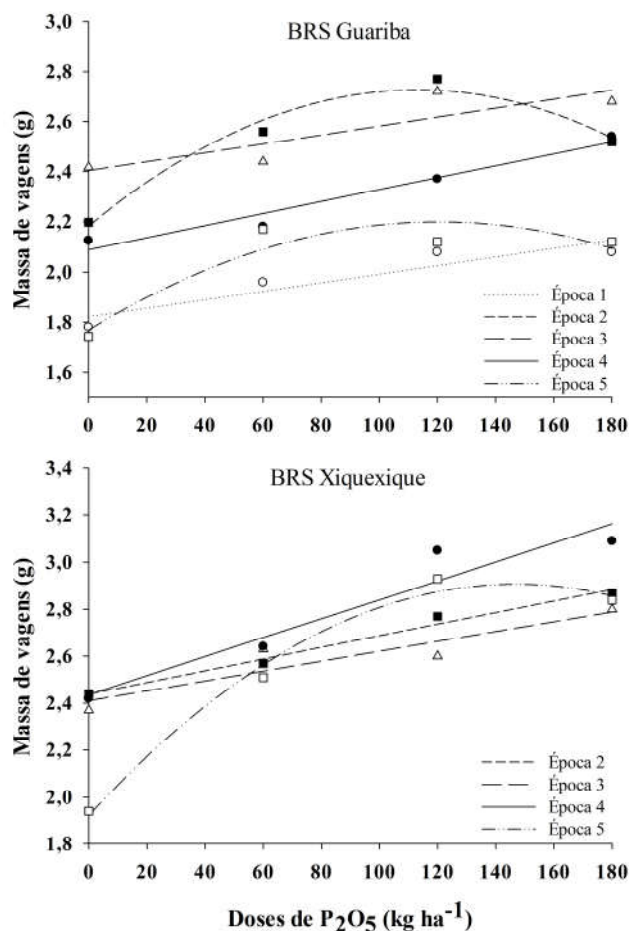
observados para a cultivar BRS Guariba foram alcançados na 2ª e 3ª época, com as doses de 114 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente, que condicionou produção de vagens com massa de aproximadamente 2,70 g em ambas as épocas, representando incrementos de 23 e 12 % para 2ª e 3ª épocas, respectivamente.

Nota-se ainda que, para a cultivar BRS Xiquexique, a maior massa de vagem foi alcançada com a 4ª época de semeadura, aplicando 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, gerando vagens com 3,16 g, porém é importante ressaltar que na 5ª época de semeadura, as doses de P possibilitaram incremento de 51 % na massa de vagem, saindo de uma produção inicial de 1,92 g, atingindo valor máximo de 2,90 g com a aplicação de 147 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Fica evidente dessa forma, que o nutriente P é capaz de gerar aumento na massa de vagem, em especial em condições de estresse ambiental (Figura 11).

Tabela 11 - Massa de vagens de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Época	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)				Média
	0	60	120	180	
g					
Cultivar BRS Guariba					
15 out.	1,78 b	1,96 c	2,08 b	2,08 b	1,97
01 nov.	2,20 a	2,56 a	2,77 a	2,52 a	2,51
15 nov.	2,42 a	2,44 ab	2,72 a	2,68 a	2,56
01 dez.	2,13 a	2,18 bc	2,37 b	2,54 a	2,30
15 dez.	1,74 b	2,17 bc	2,12 b	2,12 b	2,03
Média	2,05	2,26	2,41	2,38	
Cultivar BRS Xiquexique					
15 out.	2,40 a	2,57 a	2,61 b	2,51 b	2,52
01 nov.	2,44 a	2,57 a	2,77 ab	2,87 a	2,66
15 nov.	2,37 a	2,63 a	2,60 b	2,80 ab	2,60
01 dez.	2,42 a	2,64 a	3,05 a	3,09 a	2,80
15 dez.	1,94b	2,51a	2,93a	2,84a	2,55
Média	2,31	2,58	2,79	2,82	

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.



	Época 1	$y = 1,82 + 0,0017x$	$R^2 = 0,86^{**}$
	Época 2	$y = 2,18 + 0,00962x - 0,000042x^2$	$R^2 = 0,97^{**}$
BRS Guariba	Época 3	$y = 2,40 + 0,001779x$	$R^2 = 0,76^{**}$
	Época 4	$y = 2,09 + 0,002391x$	$R^2 = 0,95^{**}$
	Época 5	$y = 1,77 + 0,007148x - 0,0000297x^2$	$R^2 = 0,88^{**}$
	Época 2	$y = 2,43 + 0,002483x$	$R^2 = 0,98^{**}$
BRS Xiquexique	Época 3	$y = 2,41 + 0,0021x$	$R^2 = 0,84^{**}$
	Época 4	$y = 2,44 + 0,00403x$	$R^2 = 0,92^{**}$
	Época 5	$y = 1,92 + 0,01345x - 0,0000458x^2$	$R^2 = 0,98^{**}$

Figura 11 – Massa de vagens de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2: 01 de novembro; Época 3: 15 de novembro; Época 4: 01 de dezembro; Época 5: 15 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Estão apresentados na Tabela 12 os dados referentes à massa de grãos por vagem das cultivares BRS Guariba e BRS Xiquexique em função da época de semeadura e doses de P_2O_5 . Para a cultivar BRS Guariba foram encontrados grãos com maior massa nas plantas que tiveram seu cultivo iniciado entre 01 de novembro e 01 de dezembro, nas doses de P estudadas, exceto com a aplicação de 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Para a cultivar BRS Xiquexique, apesar da massa de grãos por vagem apresentar diferença entre as épocas estudadas, estas diferenças foram menos amplas, comparadas com a cultivar BRS Guariba, o que demonstra para esta característica, que a cultivar BRS Xiquexique apresenta maior tolerância as condições ambientais adversas proporcionadas pela 1ª e 2ª épocas, que registraram baixa precipitação.

Tabela 12 - Massa de grãos por vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.

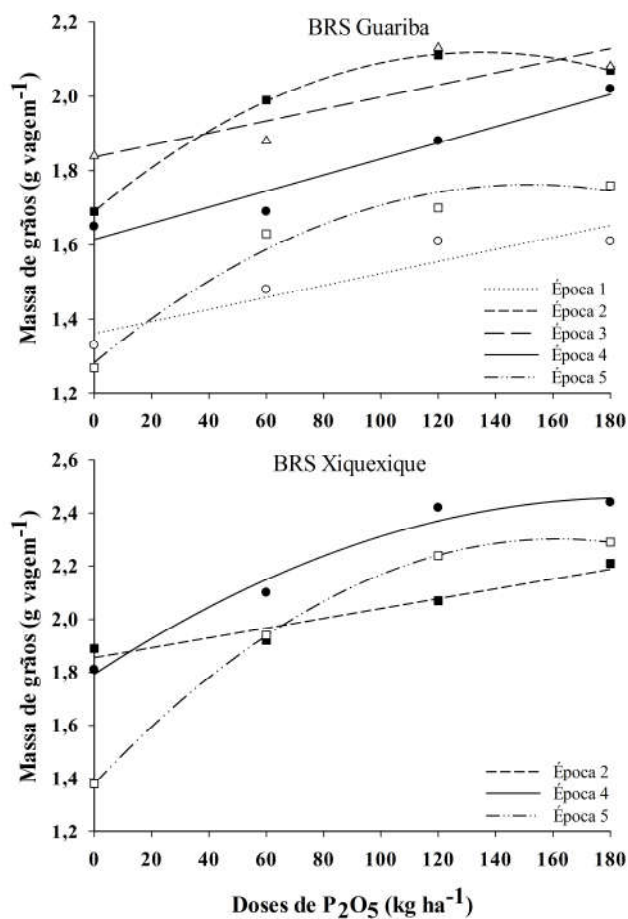
Época	Doses de P_2O_5 (kg ha^{-1})				Média
	0	60	120	180	
g vagem ⁻¹					
BRS Guariba					
15 out.	1,33 b	1,47 c	1,61 d	1,61 b	1,50
01 nov.	1,69 a	1,98 a	2,11 ab	2,07 a	1,96
15 nov.	1,84 a	1,88 ab	2,13 a	2,08 a	1,98
01 dez.	1,65 a	1,69 bc	1,87 bc	2,02 a	1,80
15 dez.	1,27 b	1,62 c	1,70 cd	1,76 b	1,58
Média	1,52	1,72	1,88	1,90	
BRS Xiquexique					
15 out.	1,89 a	2,00 a	2,03 b	1,98 b	1,97
01 nov.	1,89 a	1,91 a	2,07 b	2,21 ab	2,02
15 nov.	1,98 a	2,02 a	2,05 b	2,19 ab	2,06
01 dez.	1,81 a	2,09 a	2,42 a	2,44 a	2,19
15 dez.	1,38 b	1,94 a	2,24 ab	2,29 a	1,96
Média	1,79	1,99	2,16	2,22	

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A massa de grãos por vagem é resultado do dispêndio metabólico em que a planta converte durante a fase reprodutiva, grande parte dos fotoassimilados em materiais propagativos (sementes). Dessa forma, as condições climáticas podem comprometer de maneira rigorosa a produção de grãos, considerando que a realização da fotossíntese e a produção de fotoassimilados dependem diretamente de condições ambientais específicas, além de adequado estado nutricional.

Apesar de não correlacionarem diretamente as características massa de vagem e massa de grãos por vagem, estas apresentaram semelhanças quanto ao desempenho perante as doses de P em cada época de semeadura, apresentando efeito significativo (Figuras 11 e 12). Para a cultivar BRS Guariba, a dose de P estimada que apresentou maior eficiência na massa de grãos por vagem foi de 135 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na 2^a época de semeadura, gerando incremento de 23 % na massa dos grãos em comparação a ausência da aplicação de P. Foi observada na 3^a época de semeadura, produção de 2,13 g de grãos por vagem, quando foram necessários 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para alcançar esse valor com incremento de apenas 15% em relação à ausência de P. A cultivar BRS Xiquexique apresentou maiores valores de massa de grãos por vagem com dose de 178 kg ha⁻¹ de P₂O₅, em cultivo iniciado em 01 de dezembro (4^a época), atingindo incremento de 34 % em comparação com a ausência do nutriente P, que incrementaram 0,035 g na massa de grãos para cada 10 kg ha⁻¹ de P₂O₅ aplicados (Figura 12).

A demanda energética durante a fase de formação e enchimento de vagem é elevada, podendo ser comprometida caso haja restrição no fornecimento de P. Semelhantemente, a disponibilidade de P em formas absorvíveis pode contribuir para alcançar maiores produtividades, visto que são encontrados registros na literatura que evidenciam a estreita correlação entre teores de nutrientes na planta e produtividade da cultura (NAKAO e outros, 2014; SILVA e outros, 2010).



	Época 1	$y = 1,36 + 0,001617x$	$R^2 = 0,88^{**}$
	Época 2	$y = 1,69 + 0,00635x - 0,0000236x^2$	$R^2 = 0,99^{**}$
BRS Guariba	Época 3	$y = 1,84 + 0,001616x$	$R^2 = 0,75^{**}$
	Época 4	$y = 1,62 + 0,00217x$	$R^2 = 0,94^{**}$
	Época 5	$y = 1,28 + 0,006316x - 0,0000208x^2$	$R^2 = 0,97^*$
	Época 2	$Y = 1,86 + 0,00185X$	$R^2 = 0,94^{**}$
BRS Xiquexique	Época 4	$Y = 1,79 + 0,00706X - 0,0000198X^2$	$R^2 = 0,98^*$
	Época 5	$Y = 1,38 + 0,011425X - 0,00003542X^2$	$R^2 = 0,99^{**}$

Figura 12 - Massa de grãos por vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2: 01 de novembro; Época 3: 15 de novembro; Época 4: 01 de dezembro; Época 5: 15 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Dessa maneira, o equilíbrio nutricional de P que contribui para maior desenvolvimento radicular, aporte de energia, síntese de fotoassimilados para a planta (TAIZ e ZEIGER, 2013), pode ter favorecido a fase de enchimento das vagens, resultando em maior desenvolvimento dos grãos.

A massa de 100 grãos foi influenciada pelas épocas de semeadura na presença da aplicação das doses de 120 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, para a cultivar BRS Guariba, e das doses 0, 120 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, para a cultivar BRS Xiquexique (Tabela 13).

Tabela 13 - Massa de 100 grãos de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.

ÉPOCA	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)				Média
	0	60	120	180	
g					
BRS Guariba					
15 out.	18,34 a	19,96 a	18,94 c	20,78 ab	19,50
01 nov.	19,45 a	21,72 a	22,86 a	21,13 ab	21,29
15 nov.	20,21 a	19,95 a	22,42 ab	22,29 ab	21,21
01 dez.	20,73 a	20,16 a	21,00 abc	22,91 a	21,20
15 dez.	19,49 a	19,71 a	20,49 bc	20,09 b	19,94
Média	19,64	20,30	21,14	21,44	
BRS Xiquexique					
15 out.	14,74 a	15,31 a	15,18 abc	14,87 b	15,02
01 nov.	15,32 a	14,65 a	14,79 bc	15,54 ab	15,07
15 nov.	14,71 a	14,31 a	14,57 c	15,49 ab	14,77
01 dez.	13,74 a	14,74 a	17,17 a	17,46 a	15,77
15 dez.	12,49 b	14,65 a	16,99 ab	17,28 a	15,35
Média	14,20	14,73	15,74	16,12	

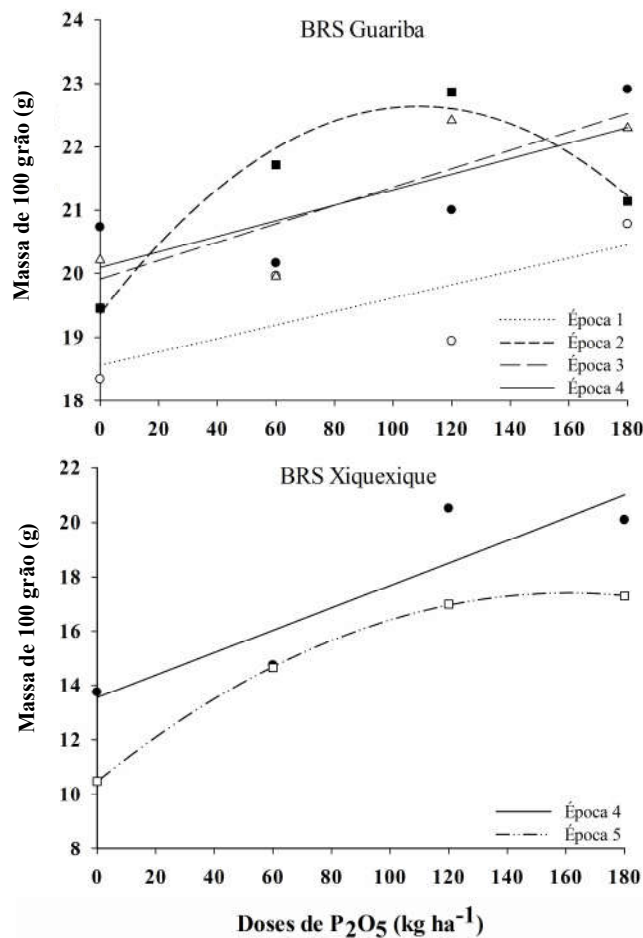
Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Em relação à época de semeadura para a cultivar BRS Guariba, observa-se que houve diferença estatística apenas nas doses 120 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Na dose 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, a massa de 10 grãos foi maior quando as plantas foram semeadas na 2^a e 3^a épocas, onde houve incremento

médio de 19%, quando comparadas com a 1ª época estudada. A aplicação de 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ somente apresentou diferença entre as médias da 4ª e 5ª épocas, com valor da massa de 100 grãos da 5ª época 14% menor comparada com a massa dos grãos obtidos na 4ª época (Tabela 13).

Na ausência de adubação fosfatada, a 5ª época de semeadura promoveu menor massa de 100 grãos que as demais épocas para a cultivar BRS Xiquexique, que foi em média 15 % menor que as demais médias apresentadas. Foi alcançado incremento médio de 17 % na massa de 100 grãos com as doses 120 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, em comparação com as menores doses de P. Apesar de ser um importante componente de produção, a massa de 100 grãos não foi afetada por todas as épocas deste estudo, sugerindo que as diferenças registradas na produtividade da cultura podem estar relacionadas a outros componentes ou outras fontes de variações (Tabela 13).

As doses de P estudadas apresentaram efeitos significativos na massa de 100 grãos, apenas na 1ª, 2ª, 3ª e 4ª épocas de semeadura para a cultivar BRS Guariba, e na 4ª e 5ª épocas para a BRS Xiquexique (Figura 13). Para a cultivar BRS Guariba, na 1ª, 3ª e 4ª épocas as respostas ao P foram lineares, enquanto na 2ª época a resposta foi quadrática, com o maior valor sendo obtido com a dose estimada de 109 kg ha⁻¹ de P₂O₅. A 1ª época foi a que proporcionou menor massa de 100 grãos. A 2ª época de semeadura, devido ao desempenho, quadrático necessitou de 71 kg ha⁻¹ de P₂O₅ a menos para promover a mesma massa de 100 grãos que a 3ª e 4ª épocas. Para a cultivar BRS Xiquexique, na 4ª época de semeadura foi verificado efeito linear e na 5ª época efeito quadrático, porém, em ambas com incrementos até a dose máxima de P estudada.



	Época 1	$y = 18,56 + 0,0105x$	$R^2 = 0,56^*$
	Época 2	$y = 19,36 + 0,06037x - 0,000278x^2$	$R^2 = 0,97^{**}$
BRS Guariba	Época 3	$y = 19,91 + 0,01457x$	$R^2 = 0,72^*$
	Época 4	$y = 20,09 + 0,0123x$	$R^2 = 0,63^{**}$
BRS Xiquexique	Época 2	$y = 13,55 + 0,04135x$	$R^2 = 0,82^{**}$
	Época 3	$y = 10,48 + 0,08615x - 0,000268x^2$	$R^2 = 0,99^{**}$

Figura 13 - Massa de 100 grãos de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2: 01 de novembro; Época 3: 15 de novembro; Época 4: 01 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016.

A percentagem de massa de grãos na vagem foi afetada pelas épocas de semeadura para cada dose de P estudada, em ambas as cultivares (Tabela 14). Para a cultivar BRS Guariba, a semeadura em 15 de outubro promoveu menor percentagem de grão na vagem ao compará-la com as demais épocas, quando não foi aplicado o nutriente P.

O maior percentual de grão em relação ao fruto foi atingido com a dose 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na 4^a época de semeadura. Já para a cultivar BRS Xiquexique, o maior percentual de grãos por fruto foi obtido aplicando 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ nas plantas semeadas em 1 de dezembro, que foi em média 15% superior as épocas que geraram o menor percentual (Tabela 14).

Tabela 14 – Percentagem de massa de grãos na vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Época	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)				Média
	0	60	120	180	
%					
BRS Guariba					
15 out.	69 b	72 c	77 b	78 a	74
01 nov.	76 a	76 abc	76 b	72 b	75
15 nov.	75 a	77 ab	75 b	73 b	75
01 dez.	74 a	74 bc	82 a	79 a	77
15 dez.	74 a	80 a	79 ab	80 a	78
Média	74	76	78	76	
BRS Xiquexique					
15 out.	73 ab	75 b	73 cd	71 b	73
01 nov.	70 bc	70 c	78 ab	78 a	74
15 nov.	76 a	73 bc	77 bc	76 a	76
01 dez.	76 a	83 a	81 a	78 a	80
15 dez.	66 c	75 b	71 d	70 b	71
Média	72	75	76	75	

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

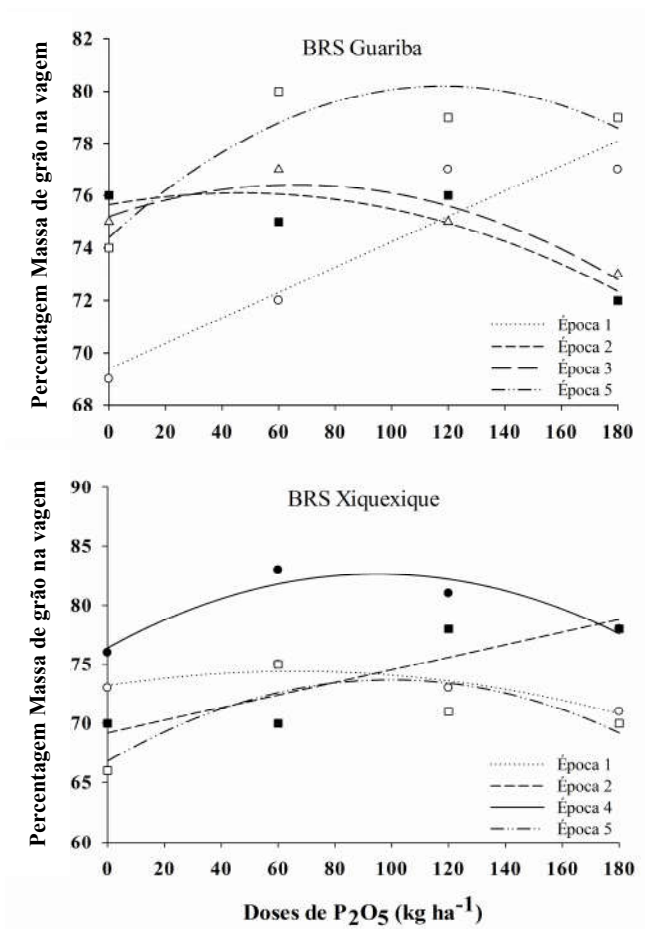
A percentagem de massa de grãos na vagem foi afetada pelas doses de P aplicadas, porém apenas na 1^a, 2^a, 3^a e 5^a épocas de semeadura para a

cultivar BRS Guariba e, na 1^a, 2^a, 4^a e 5^a épocas de semeadura para a cultivar BRS Xiquexique (Figura 14).

As plantas da 5^a e 4^a épocas de semeadura apresentaram maior percentual de grãos em suas vagens para as cultivares BRS Guariba e BRS Xiquexique, respectivamente, sendo a dose de 118 kg ha⁻¹ de P₂O₅ a mais eficiente no rendimento de grãos por fruto, gerando incremento de 6% para a cultivar BRS Guariba e a dose de 95 ha⁻¹ de P₂O₅ a mais eficiente, com incremento de 8% para a cultivar BRS Xiquexique, nas épocas anteriormente citadas. Estes resultados podem indicar que plantas de feijão, quando adubadas com P, podem ser mais eficientes no aproveitamento dos produtos da fotossíntese para a produção grãos, em detrimento do tecido da vagem, quando ocorre restrição hídrica na fase de enchimento de vagem (Figura 14).

A avaliação da produtividade de grãos por meio desdobramento das épocas dentro de cada dose de P demonstra a superioridade das plantas cultivadas nas épocas que coincidiram com maior disponibilidade hídrica. Para a cultivar BRS Guariba, foi verificado que a 5^a época foi a que proporcionou as menores produtividades de grãos, independentemente da dose de P estudada, apresentando redução na produção de 112 % para a dose 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 71 % para a dose 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, quando comparadas com a 3^a época de semeadura, na qual a cultivar obteve o maior desempenho (Tabela 15).

As produtividades obtidas com a cultivar BRS Guariba na 2^a e 3^a épocas de semeadura, com as doses de 120 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ não diferiram entre si e, alcançaram incremento médio de 68% para a dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 79 % para a dose 180, quando comparado com a 5^a época de semeadura, que promoveu a menor produtividade (Tabela 15).



	Época 1	$y = 0,69 + 0,000483x$	$R^2 = 0,89^{**}$
BRS Guariba	Época 2	$y = 0,76 + 0,000192x - 0,00000208x^2$	$R^2 = 0,77^{**}$
	Época 3	$y = 0,75 + 0,000366x - 0,00000277x^2$	$R^2 = 0,90^{**}$
	Época 5	$y = 0,74 + 0,000983x - 0,00000416x^2$	$R^2 = 0,85^{**}$
	Época 1	$y = 0,73 + 0,000366x - 0,00000277x^2$	$R^2 = 0,90^{**}$
BRS Xiquexique	Época 2	$y = 0,69 + 0,000533x$	$R^2 = 0,80^{**}$
	Época 4	$y = 0,76 + 0,001316x - 0,0000069x^2$	$R^2 = 0,88^{**}$
	Época 5	$y = 0,67 + 0,001383x - 0,00000694x^2$	$R^2 = 0,68^*$

Figura 14 – Percentagem de massa de grãos na vagem de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2: 01 de novembro; Época 3: 15 de novembro; Época 4: 01 de dezembro; Época 5: 15 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Avaliando o desempenho da cultivar BRS Xiquexique (Tabela 15), verifica-se que a 3ª época de semeadura proporcionou produtividade de grãos superior as demais, em todas as doses de P estudadas, com incrementos variando de 124 e 139 %, quando comparadas as épocas que promoveram a menor produtividade (semeadura em 15 de dezembro).

Tabela 15 - Produtividade de grãos de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Época	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)				Média
	0	60	120	180	
kg ha ⁻¹					
BRS Guariba					
15 out.	1690 c	1877 c	2230 b	2202 b	2000
01 nov.	2124 b	2547 b	2977 a	2925 a	2643
15 nov.	2525 a	2800 a	3046 a	2992 a	2841
01 dez.	1763 c	1987 c	2363 b	2204 b	2079
15 dez.	1190 d	1630 d	1785 c	1665 c	1568
Média	1958	2168	2480	2398	
BRS Xiquexique					
15 out.	1570 d	1767 d	2006 c	1951 c	1824
01 nov.	2013 b	2119 c	2600 b	2623 b	2339
15 nov.	2390 a	2981 a	3508 a	3461 a	3085
01 dez.	1804 c	2302 b	2615 b	2596 b	2329
15 dez.	998 e	1271 e	1516 d	1545 d	1333
Média	1755	2088	2449	2435	

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

As menores produtividades foram obtidas na 5ª época de semeadura para ambas as cultivares estudadas. Durante a condução das plantas cultivadas nessa época ocorreram elevadas amplitudes térmicas e restrição hídrica (Figuras 1 e 2), condições que podem ter levado a redução da produtividade. A maior produtividade pode ser uma consequência das condições ambientais proporcionada em cada época de semeadura, que possibilitaram variações no número de vagem e número de grãos por vagem, conforme foi verificado por Coutinho e outros (2014), ao destacarem que a

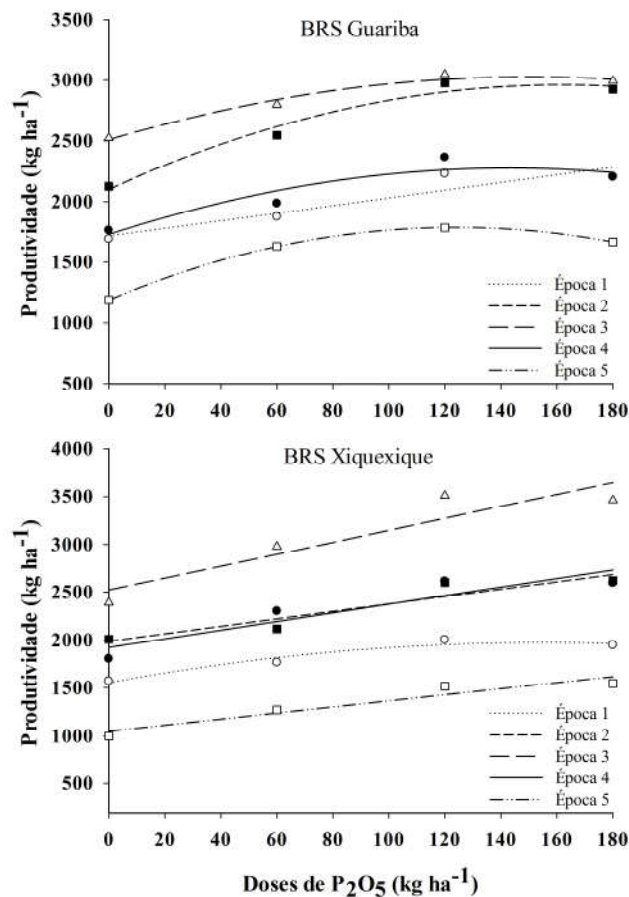
produtividade apresenta correlação positiva com o número de folhas, número de vagem por planta e número de grãos por vagem.

Resultados encontrados por Matoso e outros (2013); Almeida (2014) corroboram com os efeitos observados neste trabalho, ao relatar que períodos de estresse hídrico até a fase de florescimento pleno podem comprometer a produtividade. Almeida (2014), ainda relata que na época em que ocorreram as melhores condições ambientais o desempenho produtivo das cultivares foram superiores as demais, variando de 2.915 a 3.439 kg ha⁻¹ para a BRS Cauamé e BRS Itaim, respectivamente.

Ramos e outros (2014), afirmaram que a quantidade de grãos verdes (consequentemente a de grãos secos), diminui à medida que a disponibilidade de água no solo é reduzida.

Para ambas as cultivares e em todas as épocas de semeadura estudadas houve efeito significativo das doses de P na produtividade de grãos (Figura 15). Apresentando desempenho quadrático, a cultivar BRS Guariba atingiu produção máxima de 3.026 kg ha⁻¹ com a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na 3^a época de semeadura. Já a cultivar BRS Xiquexique necessitou da maior dose utilizada no estudo, na 3^a época de semeadura para gerar incrementos de 44 %, atingindo produtividade de 3646 kg ha⁻¹. Com exceção da 1^a época de semeadura, a cultivar BRS Guariba apresentou desempenho quadrático para o estudo da regressão das doses de P, alcançando incrementos máximos na produtividade de grãos ao utilizar doses entre 124 e 161 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Para a cultivar BRS Xiquexique, a resposta às doses de P foi quadrática apenas na 1^a época de semeadura e, lineares para as demais épocas estudadas. Com base nos tratamentos que geraram maiores incrementos para as cultivares estudadas, pode-se afirmar que foram necessários aproximadamente 290 e 160 g de P₂O₅ para produzir cada kg de grãos de feijão-caupi para as cultivares BRS Guariba e BRS Xiquexique, respectivamente (Figura 15).



	Época 1	$y = 1716,53 + 3,14432x$	$R^2 = 0,87^{**}$
	Época 2	$y = 2099,67 + 10,66x - 0,0329958x^2$	$R^2 = 0,97^*$
BRS Guariba	Época 3	$y = 2511,39 + 6,867x - 0,02290x^2$	$R^2 = 0,97^*$
	Época 4	$y = 1728,85 + 7,610x - 0,02656x^2$	$R^2 = 0,88^*$
	Época 5	$y = 1190,02 + 9,634x - 0,03887x^2$	$R^2 = 0,99^*$
	Época 1	$y = 1552,83 + 5,45x - 0,01748x^2$	$R^2 = 0,95^*$
	Época 2	$y = 1991,88 + 3,85x$	$R^2 = 0,89^{**}$
BRS Xiquexique	Época 3	$y = 2523,63 + 6,24x$	$R^2 = 0,85^{**}$
	Época 4	$y = 1925,82 + 4,48x$	$R^2 = 0,84^{**}$
	Época 5	$y = 1049,94 + 3,1409x$	$R^2 = 0,91^{**}$

Figura 15 - Produtividade de grãos de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e doses de fósforo. Época 1: 15 de outubro; Época 2: 01 de novembro; Época 3: 15 de novembro; Época 4: 01 de dezembro; Época 5: 15 de dezembro. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Silva e outros (2010), em estudos com o feijão-caupi, verificaram que doses de P, assim como a forma de aplicação são capazes de incrementar a produtividade de grãos.

Cabe ressaltar que a maior variação em função das doses de P foi observada na 5ª época, nas duas cultivares, com incrementos superiores a 50% (Figura 15). Estas observações permitem inferir que o nutriente P contribui para que as plantas cultivadas em condições ambientais adversas sejam mais produtivas, devido a sua contribuição no desenvolvimento de mecanismos de tolerância a condição de estresse, como por exemplo, maior crescimento do sistema radicular.

O teor de proteína nos grãos de feijão-caupi produzidos em função de diferentes épocas de semeadura e cultivares apresentaram valor médio próximo aos valores registrados na literatura (Tabela 16). Teores semelhantes ao valor médio de 22,6% também foram encontrados por Pereira e outros (2013) ao avaliarem 19 genótipos de feijão-caupi .

Tabela 16 - Teor de proteína nos grãos de cultivares de feijão-caupi em função de diferentes épocas de semeadura e cultivares. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Época	Cultivar		Média
	BRS Guariba	BRS Xiquexique	
	%		
15 out.	22,72 aA	22,85 bA	22,78
01 nov.	22,88 aB	24,74 aA	23,81
15 nov.	20,99 bB	23,41 bA	22,20
01 dez.	21,54 bA	22,28 bA	21,91
15 dez.	22,84 aA	23,05 bA	22,94
Média	22,19	23,26	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Para a cultivar BRS Guariba foram alcançadas diferenças variando entre 5,5 e 9 % no teor de proteína bruta (Tabela 16). Analisando a cultivar BRS Xiquexique, o teor de proteínas encontrado nos grãos da 2ª época de

semeadura foi superior as demais épocas estudadas, apresentando variações entre 5,5 e 11 %, quando comparada com as épocas de semeadura que foram inferiores.

O efeito das cultivares estudadas em cada época para o teor de proteína nos grãos revela que na 2^a e 3^a épocas a cultivar BRS Xiquexique apresentou médias superiores as obtidas pela cultivar BRS Guariba, sendo 8 e 11 % mais produtiva, na 2^a e 3^a épocas de semeadura, respectivamente (Tabela 16). Os valores de proteína apresentados pelos grãos podem estar relacionados com características intrínsecas das cultivares ou mesmo a habilidade que as plantas apresentaram em translocar fotoassimilados para os grãos no momento do enchimento de vagem, sob as diferentes condições impostas pelas épocas de cultivo.

Resultados obtidos por Almeida (2014) discordam do efeito que as épocas interagindo com as cultivares promoveram sobre esta variável, no entanto, ele verificou efeito dos fatores de forma isolada, apresentando média dos teores de proteína semelhantes aos observados neste trabalho. Em trabalho realizado por Freire Filho et al. (2011), nas condições do Nordeste, as cultivares BRS Cauamé e BRS Tumucumaque apresentaram valores de proteína bruta de 239 e 235 g kg⁻¹. A adubação fosfatada não influenciou o teor de proteína bruta nos grãos do feijão-caupi.

5 CONCLUSÕES

As condições edafoclimáticas nas quais o presente trabalho foi desenvolvido permitem concluir que:

Os maiores teores de N, P, K nas folhas das cultivares de feijão-caupi são obtidos em épocas de semeadura que proporcionam menor crescimento das plantas, ou seja, 15 de outubro e 15 de dezembro, devido ao efeito de diluição.

A adubação fosfatada afeta positivamente o feijão-caupi, sendo que a cultivar BRS Xiquexique responde a maiores doses de P que a cultivar BRS Guariba.

A maior produtividade é alcançada quando o feijão-caupi é semeado em meados do mês de novembro.

A adubação fosfatada não altera o teor de proteína nos grãos do feijão-caupi.

6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. da S. **Desempenho agrônômico e qualidade tecnológica de cultivares de feijão-caupi em função da época de semeadura em Uberaba-MG.** 2014. 68f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 2014.
- ANDRADE, F. N.; ROCHA, M. de M.; GOMES, R. L. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RAMOS, S. R. R. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.2, p.253-258, 2010.
- ANDRADE JUNIOR, A. S.; SANTOS, A. A.; SOBRINHOS, C. A.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; VIANA, F. M. P.; FREIRE FILHO, F. R.; CARNEIRO, J. S.; ROCHA, M. M.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S.; RIBEIRO, V. Q. **Cultivo do feijão-caupi.** Embrapa. Sistema de Produção. 2003.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 15 eds., Washington, 1990.
- ARAÚJO, A.P.; MACHADO, C.T.T. Fósforo. In: FERNANDES, M.F. (ed). **Nutrição Mineral de Plantas.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p.253-280.
- BASTOS, E. A.; RODRIGUES, B. H. N.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; CARDOSO, M. J. Parâmetros de crescimento do feijão caupi sob diferentes regimes hídricos. **Engenharia Agrícola**, v.22, n.1, p.43-50, 2002.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas.** 23 eds. Funep: Jaboticabal, SP, 2003. 43p.
- BENVINDO, R. N. **Avaliação de genótipos de feijão-caupi de porte semi-prostrado em cultivo de sequeiro e irrigado.** 2007. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2007.
- BEZERRA, A. A. de C.; TÁVORA, F. J. A. F.; / FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.8, n.1, p.85-93, 2008.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; GONÇALVES, J. M.; PEREIRA, M. T. J. Produção e morfologia da leguminosa java submetida a adubação fosfatada. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.12, p. 1-10, 2011.

BORGES, P. R. S.; SABOYA, R. de C. C.; SIEBENEICHLER, S. C.; PEREIRA, S. E. A. de S.; MPNTEIRO, F. P. dos R. Crescimento de feijão-caupi de hábito indeterminado inoculado com estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio. In: Simpósio nacional do cerrado, 9., Simpósio internacional savanas tropicais, 2., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília. 2008.

BORGES, W. L.; FERREIRA, S. B.; NAGIB, N. dos S. F.; MELÉM JÚNIOR, J. CAVALCANTE, E. da S. Feijão-caupi apresenta resposta ao fósforo, mas não a calagem e ao potássio. In: Congresso brasileiro de ciência do solo, 35., 2015, Natal. **Anais....** Natal. 2015.

CAMARGO, F.A.O.; GIANELLO, C.; RHEINHEIMER, D.; KAMINSKI, J.; BISSANI, C.A. Fracionamento do nitrogênio, fósforo e enxofre orgânico. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2 eds. Porto Alegre: Metrópole, 2008, p.243-262.

CAMPOS, F. L.; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. de A; RIBEIRO, V. Q.; SILVA, R. Q. B.; ROCHA, M. de M. **Ciclo fenológico em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp): uma proposta de escala de desenvolvimento**. Revista Científica Rural, v.5, n.2, p.110-116, 2000.

CAMPOS, J. H. B. da C.; SILVA, V. de P. R. da; ARAÚJO L. E. de; SILVA, M. T. Estimativa da produtividade do feijão caupi no município de Juazeiro-BA mediante cenários de mudanças climáticas utilizando o modelo DSSAT. In: Congresso brasileiro de agrometeorologia, 17., 2011, Guarapari. **Anais...** Guarapari: SESC, 2011.

CARDOSO, M. J.; MELO, F. de B.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; RODRIGUES, B. H. N. Adubação fosfatada e densidades de planta em feijão-caupi em solo de tabuleiro costeiro In: Congresso nacional de feijão-caupi, I; reunião nacional de feijão-caupi, VI., 2006, Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006.

CECATO, U.; SKROBOT, V.D.; FAKIR, G.R.; BRANCO, A.F.; GALBEIRO, S.; GOMES, J.A.N. Perfilamento e características estruturais do capim-Mombaça, adubado com fontes de fósforo, em pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.30, n.1, p.1-7, 2008.

COELHO, D. S.; MARQUES, M. A. D.; SILVA, J. A. B. da; GARRIDO, M. da S.; CARVALHO, P. G. S. de Respostas fisiológicas em

variedades de feijão caupi submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.12, n.1, p.14-19, 2014.

CONAB. **Safras**, 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 16 de jun. 2016.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**. v.9, Safra 2015/16 - Nono levantamento, Brasília, p.88-106, 2016b.

COSTA, J. P. V. da; BARROS, N. F. de; ALBUQUERQUE, A. W. de; MOURA FILHO, G.; SANTOS, J. R. Fluxo difusivo de fósforo em função de doses e da umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.4, p.828-835, 2006.

COSTA, V. C. A.; SILVA, F. N.; RIBEIRO, M. C. C. Efeito de épocas de semeadura na germinação e desenvolvimento em girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Científica Rural**, Bagé, v.5, n.1, p.154-158, 2000.

COUTINHO, P. W. R.; SILVA, D. M. S.; SALDANHA, E. C. M. OKUMURA, R. S.; SILVA JUNIOR, M. L. da Doses de fósforo na cultura do feijão-caupi na região nordeste do Estado do Pará. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v.8, n.1, p.66-73, 2014.

DALLACORT, R.; FREITAS, P. S. L.; FARIA, R. R.; GONÇALVES, A. C. A.; REZENDE, R.; BERTONHA, A. Utilização do modelo CROPGROsoybean na determinação de melhores épocas de semeadura da cultura da soja, na região de Palotina, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.28, p.583-589, 2006.

EMBRAPA. **Estatística de Produção**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>> Acesso em: 27 junho 2016.

FAOSTAT. **Produção**. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>. Acesso em: 20 de junho de 2016.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTE, P. P.; NOGUEIRA, D. A. (2015) **ExpDes**: Experimental designs package. R package version 1.1.2. Disponível em: <<http://goo.gl/msvsPu>>. Acessado em 25 de junho de 2016.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**, Viçosa, 2000, 402p.

FONSECA, M. R.; FERNANDES, A. R.; SILVA, G. R. da; BRASIL, E. C. Teor e acúmulo de nutrientes por plantas de feijão-caupi em função do

fósforo e da saturação por bases. **Revista De Ciências Agrárias**, Belém, v.53, n.2, p.195-205, 2010.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; CARDOSO M. J.; AZEVEDO, J. N. de; RAMOS, S. R. R.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D. e **Coleção ativa de germoplasma de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e de outras espécies do gênero *Vigna*, da Embrapa Meio-Norte, no período de 1976 a 2003**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 125p. (Documentos / Embrapa Meio-Norte).

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V.Q.; SANTOS, A.A. **Cultivares de caupi para a região Meio-Norte do Brasil**. In: Cardoso, M.J. (Org.). A cultura do feijão-caupi no Meio-Norte do Brasil. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 246p. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 28).

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. 2005. **Feijão caupi: avanços tecnológicos**. (eds.). Brasília, DF. Embrapa Informações Tecnológicas, 2005, 519 p.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil**. In: Reunião de Biofortificação, IV. 2011, Teresina. **Anais...** Teresina, PI. 2011b.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q.; DAMASCENO-SILVA, K. J.; NOGUEIRA, M. S. R. Melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil. In: Congresso nacional de feijão-caupi, 2., 2009, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. p. 120-135. 1 CD-ROM.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p.26-46.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa: CPAMN, 2011c, 84p.

FREITAS, J. B. S. **Respostas fisiológicas ao estresse salino de duas cultivares de feijão-caupi**. 2006. 135f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

FURLANI, A.M.C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G.B. (ed). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, p.40-75.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A Importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.95, 2001. 5p.

GUALTER, R. M. R.; LEITE, L. F. C.; ALCANTARA, R. M. C. M. de.; COSTA, D. B.; LIMA, S. S. de. Avaliação dos efeitos da inoculação de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* [L.] Walp) com *Bradyrhizobium elkanii*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v.2, n.2, 2007.

HINSINGER, P. Biology availability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.237, p.173-195, 2001.

HORST, W. J.; KAMH, M; JIBRIN, J. M.; CHUDE, V.O. Agronomic measurements for increasing P availability to crops. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 237, p. 211-223, 2001.

KIKUTI, H.; ANDRADE, M. J. B. de; CARVALHO, J. G. de; MORAIS, A. R. de Teores de macronutrientes na parte aérea do feijoeiro em função de doses de nitrogênio e fósforo. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.2, p.347-354, 2006.

LAMEGO, F. P.; FLECK, N. G.; BIANCHI, M. A.; VIDAL, R. A. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por cultivares de soja – I. Resposta de variáveis de crescimento. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 3, p. 405-414, 2005.

LEITE, M. L.; VIRGENS FILHO, J. S.; RODRIGUES, J. D. Produção e componentes de produção de cultivares de caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp.), em Botucatu – SP. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracay, v. 25, n. 2, p.115-124, 1999

LIMA FILHO, A. F.; COELHO FILHO, M. A.; HEINEMANN, A. B. Determinação de épocas de semeadura do feijão-caupi no Recôncavo Baiano através do modelo CROPGRO. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.12, p.1294–1300, 2013.

LINHARES, L. C. F. **Comportamento de três cultivares de caupi, submetidas à omissão de nutrientes, cultivados em amostras de Gleissolo de Várzea do rio Pará**. 2007. 58f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997, 319p.

MARINHO, T. R. dos S.; ALVES, G. L.; CORREA, M. J. P.; SANTOS, R. F. dos; JANUARIO, I. R.; JESUS, A. C. de. Desenvolvimento fenológico do feijão-caupi com base em graus-dia. **Cadernos de Agroecologia**, Recife, v.9, n.4, 2014.

MATOSO, A. de O. **Épocas de semeadura e populações de plantas para cultivares de feijão-caupi no outono-inverno em Botucatu-SP**. 2014. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

MATOSO, A. de O.; SORRATO, R. P.; CECCON G.; FIGUEIREDO, P. G.; NETO NETO, A. L. Desempenho agrônômico de feijão-caupi e milho semeados em faixas na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.7, p.722-730, 2013.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; ATHAYDE SOBRINHO, C. Efeitos de níveis de potássio na produção de matéria seca de feijão -caupi. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 22., 1996, Manaus. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p.312 -313.

MORAIS, L. K.; PINHEIRO, J. B.; MOURA, M. F.; AGUIAR, A. V.; DUARTE, J. B.; CARBONELL, A. M.; ZUCCHI, M. I.; MOURA, N. F. Estabilidade e adaptabilidade de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura utilizando a metodologia AMMI. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.9, n.1, p.7-14, 2003.

NAKAO, A. H.; VAZQUEZ, G. H.; OLIVEIRA, C. O. e; SILVA, J. C. da; SOUZA, M. F. P. Aplicação foliar de molibdênio em soja: efeitos na produtividade e qualidade fisiológica da semente. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.18; p.343-352, 2014.

NOSOLINE, S. M. **Avaliação de produção de biomassa vegetal e grãos por cultivares de feijão**. 2012. 46f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

OLIVEIRA, I. P.; DANTAS, J. P. **Sintomas de deficiências nutricionais e recomendações de adubação para o caupi**. Goiânia: Embrapa – CNPAF, 1984. 23p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 8).

OLIVEIRA, G. A.; ARAÚJO, W. F.; CRUZ, P. L. S.; SILVA, W. L. M. da; FERREIRA, G. B. Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as

doses de fósforo no cerrado de Roraima. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.4, p.872-882, 2011.

OLIVEIRA, O. M. S. de; SILVA, J. F. da; FERREIRA, F. M.; KLEHM, C. da S.; BORGES, C. V. Associações genóticas entre componentes de produção e caracteres agronômicos em feijão-caupi. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.44, n.4, p.851-857, 2013.

PARRY, M. M.; KATO, M. do S.A.; CARVALHO, J. G. de. Macronutrientes em caupi cultivado sob duas doses de fósforo em diferentes épocas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.3, p.236-242, 2008.

PEREIRA JUNIOR, E. B. **Adubação nitrogenada e fosfatada na cultura do feijão caupi no município de Souza-PB**. 2012. 69 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. 2012.

PEREIRA, R. F.; MEDEIROS, J. L. de.; GAMA, T. de L.; CARVALHO, A. F. U. Valor nutricional de diferentes genótipos de feijão-caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Pernambuco. **Anais...** Pernambuco: CONAC, 2013. Disponível em: <<http://www.conac2012.org/resumos/pdf/066a.pdf>>. Disponível em: 13 mai. 2016.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.42, n.4, p.491-499, 2007.

QUIN, F. M. Introduction. In: SINGH, B. B. et al. (Eds.). 1997. **Advances in cowpea research**. Ibadan: IITA / Tsukuba: JIRCAS, 1997. p.09-15.

RAIJ, B. van. Fósforo no solo e interação com outros elementos. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (eds). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2004, p.107-115.

RAMOS, H. M. M.; BBASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. NASCIMENTO, F. N. do Produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob diferentes regimes hídricos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.34, n.4, p.683-694, 2014.

ROCHA, M. de M.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; CARVALHO, H. W. L. de; BELARMINO FILHO, J.; RAPOSO, J. A. A.; ALCÂNTARA, J. dos P.; RAMOS, S. R. R.; MACHADO C. de F. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos

de feijão-caupi de porte semi-ereto na Região Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1283-1289, 2007.

RODRIGUES, J.R.M. **Resposta do feijoeiro (cvs. Carioca e Pérola) a doses de nitrogênio e fósforo**. 2001. 124f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, J. F. dos; GRANGEIRO, J. I. T.; BRITO, C. H. de; SANTOS, M. do C. C. A. Produção e componentes produtivos de variedades de feijão-caupi na microregião cariri paraibano. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.6, n.1, p.214-222, 2009.

SILVA, A. J. da; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; LIMA, A. C. S.; SANTOS, C. S. V. dos; OLIVEIRA, J. M. F. de; MELO, V. F. Resposta do feijão-caupi à doses e formas de aplicação de fósforo em Latossolo Amarelo do Estado de Roraima. **Acta Amazônica**, v.40, n.1, p.31-36, 2010.

SIQUEIRA, J.O.; ANDRADE, A.T.; FAQUIN, V. O papel dos microrganismos na disponibilização e aquisição de fósforo pelas plantas. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. (eds). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2004, p.117-156.

SOARES; A.L.L.; PEREIRA, J.P.A.R.; FERREIRA, P.A.A.; VALE, H.M.M.; LIMA, A.S.; ANDRADE, M.J.B.; MOREIRA, F.M.S. Eficiência agrônômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. Viçosa, v.30, n.5, p.795-802, 2006.

SOUZA, H. A. de; HERNANDES, A.; ROMUALDO, L. M.; ROZANE, D. E.; NATALE, W.; BARBOSA J. C. Folha diagnóstica para avaliação do estado nutricional do feijoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v.15, n.12, p.1243-1250, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4 ed. Artmed, Porto Alegre, 2009, 820p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 918p.

TATAGIBA, S. D.; NASCIMENTO, K. J. T.; MORAES, G. A. B. K.; PELOSO, A. de F. Crescimento e rendimento produtivo do feijoeiro submetido à restrição hídrica. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.21 n.5, p. 465-475, 2013.

TIRITAN, C.S.; SANTOS, D.H.; BORDINI, R.A.; FOLONI, J.S.S.; ONISHI, R.Y. Produção de matéria seca de milho em função da adubação fosfatada mineral e organomineral. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v.6, n.1, p.1-7, 2010.

TORQUATO, J. P.; AQUINO, B. F.; SOUSA, G. G.; GUIMARÃES, F. V. A.; ANJOS, D. C. Teores de Ca, K, Mg e P na cultura do feijão-caupi sob diferentes doses de fósforo. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.32, n.1, p.79–87, 2011.

TROEH, F.R.; THOMPSON, L.M. **Solos e fertilidade do solo**. São Paulo: Andrei, 2007, 718p.

ZUCARELI, C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; OLIVEIRA, M. A. de; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Índices biométricos e fisiológicos em feijoeiro sob diferentes doses de adubação fosfatada. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v.31, suplemento 1, p.1313-1324, 2010.